Emsmann

Physikalisches
Handwörterbuch.

Hilfsbuch

für

Jedermann bei physikalischen Fragen.

Mit in den Text eingedruckten Holzschnitten.

Bearbeitet von

August Hugo Emsmann

Dr. phil. und Professor.

Dritte Lieferung.

Schluss des I. Bandes.

Leipzig

Verlag von Otto Wigand.

1865.

Physikalisches

Handwörterbuch.

Hilfsbuch

für

Jedermann bei physikalischen Fragen.

Mit in den Text eingedruckten Holzschnitten.

Bearbeitet von

August Hugo Emsmann

Dr. ph. und Professor.

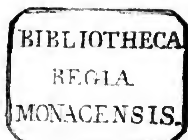
Erster Band.

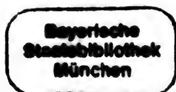
A—K.

Leipzig

Verlag von Otto Wigand.

1865.





Vorwort.

Die deutsche Litteratur besitzt grosse physikalische Wörterbücher; diese sind aber ihrer ganzen Anlage nach mehr für den Fachmann berechnet und überdies ihres bedeutenden Preises wegen fast nur in den Bibliotheken von Anstalten zu finden, welche über grössere Mittel verfügen können. In den meisten Fällen stellt sich, da die grossen Werke nicht immer zugänglich sind, die Nothwendigkeit heraus, zu ausführlichen Lehrbüchern Zuflucht zu nehmen, und da begegnet es oft, den gesuchten Aufschluss dennoch entweder gar nicht zu finden, oder nicht in dem gewünschten Umfange, oder wegen der Verbindung mit dem Abschnitte, zu welchem das Gesuchte gehört, nicht in der gewünschten Abrundung. Klagen letzterer Art hört man besonders häufig von Laien, die aber doch soviel Interesse für die in unserer Zeit so mächtig eingreifenden Naturwissenschaften haben, dass sie vorkommenden Falls möglichst schnell einen kurzen, charakteristischen Aufschluss erhalten möchten.

Ein Werk, welches in dieser Beziehung Genüge leisten sollte, müsste lexikographisch geordnet sein, auf möglichste Vollständigkeit der Artikel Anspruch machen können und die einzelnen Artikel in einer Weise behandeln, dass in möglichster Kürze der betreffende Gegenstand erschöpft würde, ohne dabei Voraussetzungen zu machen, die im Grossen und Ganzen nicht erfüllbar sein dürften. Letzteres betrifft namentlich die mathematische Behandlung. Nun lässt sich zwar bei einer Wissenschaft, deren Haupthandwerkszeug die Mathematik ist, die mathe-

matische Form nicht ganz umgehen, aber doch auf ein gewisses Mass beschränken, wie es in den gewöhnlichen Lehrbüchern ebenfalls geschieht. Es käme also darauf an, in dieser Hinsicht das richtige Mass inne zu halten.

Dies sind die Gesichtspunkte gewesen, welche bei Abfassung des vorliegenden physikalischen Handwörterbuchs massgebend gewesen sind.

Bei der Bearbeitung der zweiten Auflage des grösseren Werkes: „Physikalisches Lexikon. Encyklopädie der Physik und ihrer Hilfswissenschaften. Begonnen von Prof. Dr. Oswald Marbach. Fortgesetzt von Dr. C. S. Cornelius. Leipzig. Verlag von Otto Wigand" wurde ich zur Theilnahme aufgefordert, und von dem Artikel Erdbeben an sind die zahlreichen H. E. unterzeichneten Artikel Zeuge meiner Betheiligung bis zur Beendigung des Ganzen. Schon damals fasste ich den Plan zu einem kleinen physikalischen Handwörterbuche. Dabei schien es mir nothwendig die zusammengehörigen Artikel gleichzeitig zu bearbeiten, um sie in einen organischen Zusammenhang zu bringen. Deshalb erstreckte sich meine Arbeit zunächst auf Artikel sehr verschiedener Buchstaben; erst dann folgte die lexikographische Anordnung. Dass ich namentlich meine früheren Arbeiten in dem grösseren Werke benutzt habe, versteht sich von selbst; ausserdem hat mir eine alte Gewohnheit gute Dienste geleistet, nämlich mir von dem Gelesenen Notizen zu machen. Daher kommt es, dass sich in dem Handwörterbuche sogar zahlreiche Artikel finden, über welche man in dem grösseren Werke vergeblich nachschlägt.

Uebrigens hoffe ich nicht nur den Laien einen Dienst erwiesen zu haben, sondern auch den Lehrern der Physik. Auch diesen steht nicht immer ein grösseres Werk zu Gebote; auch diese finden nicht immer in den physikalischen Werken, in deren Besitz sie sind, Auskunft. Das Handwörterbuch wird auch in solchen Fällen hoffentlich einen Anhalt, vielleicht die erwünschte Befriedigung gewähren.

Stettin.

H. Emsmann.

A.

Aal, electrischer, auch Zitteraal oder Surinam'scher Aal genannt (*Gymnotus electricus*), ist ein aalförmig langgestreckter, 5 bis 6 Fuss langer, schuppenloser Fisch von rothbrauner oder hellerer Farbe, meist mit gelben Flecken. Er bewohnt die Flüsse und Sümpfe gewisser Theile Südamerika's, namentlich Guiana's, und ist besonders durch seine electrischen Kräfte merkwürdig. Van-Berkel hat zuerst auf die Eigenthümlichkeit des Thieres aufmerksam gemacht; dann stellte 1671 Richer mit demselben Versuche an. Der Aal ertheilt seine blitzartigen Schläge schon aus Entfernungen von 15 bis 20 Fuss mit solcher Stärke, dass Menschen und Pferde dadurch gelähmt werden. Der Schlag hängt gänzlich von dem Willen des Thieres ab. Will man ein Gewässer von den Zitteraalen säubern, so jagt man Pferde hinein, worauf ein entsetzlicher Kampf entsteht, welchen manches Pferd mit dem Leben bezahlt, während die geschwächten Aale nun von den Indianern mit kleinen, an langen Stricken befestigten Harpunen gefangen werden. Wegen des electrischen Apparats s. Art. Fische, electrische.

Aaronsstab, eine Glasstange, welche mit kleinen Stanniolscheiben gewöhnlich in einer Schlangenlinie beklebt ist, so dass beim Aufschlagen eines electrischen Funkens dieser an den Unterbrechungen von einem Scheibchen zum nächstfolgenden bis zu demjenigen überspringt, von welchem eine Ableitung zur Erde angebracht ist, was man schon dadurch erreicht, dass man die Stange mit der Hand an einem Scheibchen berührt. Vergl. Blitzkette, Blitzröhre.

Abänderungsflächen, s. Krystallographie. B.

Abdampfung, Abdunstung, bezeichnet im Allgemeinen die Entfernung einer flüchtigen Substanz von einer minder flüchtigen aus einem Gemenge verschiedener Stoffe durch Erwärmung, wobei es darauf abgesehen ist, den Rückstand zu gewinnen, während es bei der Destillation (s. d. Art.) gerade auf die Gewinnung des flüchtigeren Stoffes ankommt. Da das Abdampfen auf der Verdunstung beruht, so sind die Gesetze der Dampfbildung (s. d. Art.) zu berücksichtigen. Das Abdampfen ohne künstliche Erwärmung in freier Luft ist das eigentliche Verdunsten.

Ausser der Verdampfung durch künstliche Erwärmung in freier Luft führt man dieselbe auch im luftverdünnten und luftleeren Raume aus. Dies ist z. B. von Howard beim Einkochen der Zuckerlösung in den Zuckerraffinerien zur Ausführung gebracht worden.

Abend bezeichnet sowohl die Tageszeit des Sonnenunterganges, als die Gegend, in welcher die Sonne und die Gestirne überhaupt untergehen. Im letztern Falle sagt man auch West. Wegen des genauen Westpunktes s. Art. Abendpunkt.

Abenddämmerung, s. Dämmerung.

Abendwind oder Nachtwind, s. Thalwind.

Abendpunkt oder Westpunkt ist der Durchschnittspunkt des Aequators mit dem Horizonte auf der Seite des Himmels, auf welcher die Gestirne untergehen. Nur zur Zeit der Tag- und Nachtgleichen (21. März und 23. September) geht die Sonne im Abendpunkte unter.

Abendroth oder Abendröthe ist die bekannte schöne Färbung des Himmels, welche sich häufig beim Untergange der Sonne zeigt, im Gegensatze zu dem Morgenrothe oder der Morgenröthe vor Aufgang der Sonne. Diese Färbung rührt her von den Strahlen der Sonne, welche beim Verschwinden derselben durch die Atmosphäre streifen, namentlich aber ist die Färbung, welche von Roth bis Purpur in verschiedenen Abstufungen variirt, bedingt durch den in der Luft enthaltenen Wasserdunst. Daher kommt es auch, dass das Morgenroth nicht so stark ist, als das Abendroth, weil in der Nacht sich die Wasserdünste bereits niedergeschlagen haben und daher die Atmosphäre nicht mehr so sehr damit erfüllt ist, als am Abende (vergl. Art. Bläue des Himmels). Eine für die Wirkung der Wasserdünste sprechende Erscheinung ist die, dass man den Wasserdampf, welcher aus dem Sicherheitsventile einer Locomotive aufsteigt, orangeroth gefärbt sieht, wenn man durch denselben hindurch nach der Sonne blickt. Die bei Sonnenuntergang im Osten eintretende Färbung, namentlich in dem Augenblicke des Verschwindens der Sonne, rührt von den letzten Strahlen der Sonne her. Gleichzeitig erscheint im Osten ein dunkles Segment mit einem in die rothe Färbung verlaufenden leuchtenden Bogen, die sogenannte Gegendämmerung (s. Gegendämmerung).

Abenduhr ist eine nur die Nachmittagsstunden zeigende Sonnenuhr.

Abendweite eines Gestirnes ist der Bogen des Horizontes zwischen dem Untergangspunkte desselben und dem wahren Abendpunkte und lässt sich aus der Abweichung oder Declination des Gestirnes und der Aequatorhöhe des Ortes bestimmen. Die Abendweite ist nördlich oder südlich, je nachdem der betreffende Bogen des Horizontes nordwärts oder südwärts vom Abendpunkte liegt. Für den Seefahrer ist die Abendweite wegen der Ermittelung der Abweichung der Magnetnadel wichtig.

Aberration, Abirrung des Lichtes, bedeutet die scheinbare, regelmässig verlaufende und jährlich wiederkehrende Ortsveränderung

der Gestirne, welche durch die Bewegung der Erde in ihrer Bahn und durch die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes bedingt ist.

Um von der Erscheinung eine Vorstellung zu geben, bezieht man sich gewöhnlich auf folgenden Fall. Wird auf die eine Seite eines Schiffes senkrecht geschossen und steht das Schiff still, so würde die Kugel, welche die erste Seite durchbohrt, die zweite Seite an der Stelle treffen, welche dem Loche in der ersten senkrecht gegenüber liegt; ist aber das Schiff in Bewegung, so trifft die Kugel, je nach der Geschwindigkeit des Schiffes und der Kugel die zweite Seite weiter rückwärts. Oder sitzt man bei Regenwetter in einem stillstehenden Wagen und fällt der Regen lothrecht herab, so scheint der Regen in einer mehr nach rückwärts gehenden Richtung zu fallen, sobald der Wagen in Bewegung geräth. — Die Erde stelle den Wagen vor, die von einem Sterne kommenden Lichtstrahlen die Regenstrahlen. Sollten Regentropfen durch ein Rohr fallen, so müsste man dies anders halten, je nachdem der Wagen stillsteht oder in Bewegung ist. So ist es mit den Lichtstrahlen, welche von einem Sterne kommend durch ein Fernrohr fallen sollen, welches auf der in ihrer Bahn sich bewegenden Erde nach dem Sterne gerichtet wird. Da die Erde in einer Ellipse um die Sonne sich bewegt, so wird im Verlaufe eines Jahres das Fernrohr bei demselben Sterne fortwährend seine Stellung verändern. Denken wir uns einen Stern in der Ecliptik, so würde das Rohr in einer geraden Linie einmal im Jahr hin und hergehen, da die Erde in der Ecliptik ihre Bahn hat; stände der Stern senkrecht über der Mitte der Ecliptik, also im Pole der Ecliptik, so würde das Rohr eine von einem Kreise nicht zu unterscheidende Ellipse in einem Jahre beschreiben, da diese ein kleines Bild der Erdbahn sein würde; befände sich der Stern zwischen dem Pole der Ecliptik und dieser selbst, so würde dies Abbild der Erdbahn eine Ellipse geben, welche sich um so mehr einer geraden Linie nähert, je näher der Stern der Ecliptik, und um so mehr einem Kreise, je näher derselbe dem Pole steht. Am leichtesten übersieht man den Erfolg bei einem in der Ecliptik stehenden Sterne. Da der Fixstern unendlich entfernt ist, so sind die von demselben auf die Erde treffenden Strahlen an allen Stellen derselben auf ihrer Bahn als parallel anzusehen. In zwei auf der Erdbahn einander gegenüberliegenden Standpunkten der Erde bilden die Lichtstrahlen einen Durchmesser der Erdbahn, an den beiden auf diesem Durchmesser in der Mitte senkrecht stehenden Stellen bilden dieselben Tangenten. An den letzteren Stellen fällt die Bewegungsrichtung der Erde mit der Richtung der Lichtstrahlen zusammen und der Stern erscheint an seiner wahren Stelle; an jenen Punkten steht die Bewegungsrichtung der Erde senkrecht auf den Lichtstrahlen und zwar in beiden Punkten nach entgegengesetzten Seiten, so dass der Stern hier am meisten aus seiner Stelle geschoben erscheint und zwar an dem einen Punkte nach der einen und an dem andern nach der entgegengesetzten Seite hin. An den

Zwischenstellen wird die Verschiebung um so weniger betragen, je näher die Erde den tangirten Punkten steht, da beide Richtungen nicht mehr senkrecht zu einander liegen.

Die Erscheinung ist zuerst beobachtet worden von dem englischen Astronomen Bradley 1727. Die grosse Axe der Ellipse bleibt constant, im Ganzen 40,5 Secunden; die kleine nimmt von 40,5 Sec. ab bis auf 0 Sec. Die Hälfte der grossen Axe nennt man die Aberrationsconstante. Diese gab Delambre zu 20,255 Sec. an; Busch zu 20,2116 Sec.; W. v. Struve zu 20,4451 Sec. mit dem wahrscheinlichen Fehler $\pm$ 0,0111 Sec.; C. A. F. Peters zu 20,503 Sec. mit dem wahrscheinlichen Fehler $\pm$ 0,018 Sec.

Aus der Aberration und der Geschwindigkeit der Erde auf ihrer Bahn lässt sich die Geschwindigkeit des Lichtes berechnen; ebenso aus der Aberration und der Geschwindigkeit des Lichtes die Geschwindigkeit der Erde auf ihrer Bahn und somit die Entfernung der Erde von der Sonne; endlich ist die Aberration ein Beweis für die Bewegung der Erde um die Sonne.

Aberration, sphärische, ist der Abstand der Vereinigungspunkte der von einem sphärischen Spiegel reflectirten oder durch eine Linse gehenden centralen Strahlen und Randstrahlen. S. Art. Linsenglas und Spiegel.

Aberrationsconstante, s. Aberration gegen Ende.

Abgiessen oder Dekantiren heisst eine Flüssigkeit von einem entstandenen Bodensatze durch Neigen des Gefässes absondern.

Abklingen der Farben bezeichnet den Wechsel der Nachbilder, die nach der Betrachtung selbstleuchtender oder starkbeleuchteter weisser oder schwarzer Gegenstände entweder im geschlossenen Auge oder beim Hinsehen auf weissen oder schwarzen oder farbigen durch zerstreutes Tageslicht beleuchteten Grund im Auge wahrgenommen werden. Vergl. Nachbild.

Abknistern, s. Decrepitiren.

Abkühlung bezeichnet die Abnahme des in einem Körper enthaltenen Gehaltes an Wärmewesen. Vergl. Wärme.

Ablenkung des Lichtes durch Prismen, s. Prisma.

Ablenkung der Magnetnadel ist eine Abweichung der Magnetnadel aus der normalen Richtung, welche die Axe derselben in Folge der Einwirkung des Erdmagnetismus eigentlich annehmen sollte. Eine solche Abweichung kann herbei geführt werden durch grössere oder kleinere in der Nähe befindliche Eisenmassen oder durch galvanische Ströme, welche in der Nähe der Magnetnadel vorbeigehen. Wegen des Letzteren s. Art. Electrodynamik. B.; in Betreff des Ersteren heben wir hier besonders den Einfluss hervor, welchen auf Schiffen befindliche Eisenmassen auf die Richtung der Compassnadel ausüben.

Die Richtung der Compassnadel eines stillstehenden Schiffes wird

bedingt durch den Erdmagnetismus und durch das Eisen des Schiffes und ist eine mittlere von den Richtungen, welche jede dieser Kräfte allein der Nadel ertheilen würde. Aendert das Schiff seine Lage gegen die Himmelsgegenden, so wird auch die Lage des Eisens auf dem Schiffe in Bezug auf die Himmelsgegenden eine andere und daher die Abweichung mit jeder Lage des Schiffes eine andere sein. Es leuchtet ein, wie nachtheilig dies wirken muss, wenn man den Lauf des Schiffes lediglich nach der Richtung der Magnetnadel ohne Berücksichtigung der Abweichung bemessen wollte. Man hat daher vielfache Untersuchungen angestellt, um die Nachtheile der Abweichung, auf die man bereits 1666 aufmerksam wurde, zu beseitigen. Der Bau eiserner Schiffe, bei denen sogar schon während des Baues das Eisen durch den Erdmagnetismus magnetisch wird, hat noch mehr auf Abhilfe hingedrängt.

Das einfachste Mittel hat 1823 der Engländer Barlow angegeben. Nach demselben stellt man den für das Schiff bestimmten Compass auf dem Lande an einer Stelle auf, von der aus das Schiff in allen seinen Lagen gegen die Himmelsgegenden gesehen werden kann. Ist an der betreffenden Stelle die Richtung der Compassnadel ermittelt und markirt, so bringt man an dieselbe Stelle einen Theodoliten, so dass der Nullpunkt desselben in der ermittelten Richtung der Compassnadel liegt, und stellt den Compass auf dem Schiffe an seinem Platze auf. Das Schiff wird hierauf langsam um seine Axe gedreht, so dass es nach und nach durch alle Striche der Windrose geht, und hierbei werden gleichzeitig auf dem Lande und auf dem Schiffe Beobachtungen angestellt, welche die Abweichung der Compassnadel für jeden Strich ergeben. Die Resultate trägt man in eine Tabelle und nach dieser wird dann beim Steuern die Richtung genommen. Eine solche Tabelle heisst Deviations-Tabelle, d. h. Abweichungs-Tabelle, und jedes Jahr, eigentlich nach jeder neuen Ausrüstung, ist für das Schiff eine solche zu entwerfen.

Barlow ging nun noch weiter und brachte, da eine kleine Eisenmasse in der Nähe der Magnetnadel dieselbe Wirkung auf diese ausübt, wie eine entferntere grössere, in der Nähe des auf dem Lande aufgestellten Compasses eine aus zwei durch Holz von einander getrennten Eisenplatten bestehende Scheibe so an, dass sie bei allen Stellungen gegen die Himmelsgegenden dieselbe oder nahe dieselbe Abweichung bewirkte, wie die Deviationstabelle für den auf dem Schiffe aufgestellten Compass angab. In derselben Stellung zum Compasse wurde dann dieselbe Scheibe auf dem Schiffe befestigt. Hierdurch wird die Abweichung der Compassnadel verdoppelt, also auffälliger gemacht und der Seemann gezwungen, die Abweichung jedenfalls in Rechnung zu nehmen. — Um dem Seemann die Sache bequemer zu machen, kann man die Corrections- oder Deviationsscheibe auch so anbringen, dass dadurch die Abweichung aufgehoben wird, indem die Scheibe an der entgegengesetzten

Seite von der vorher angegebenen angebracht wird, so dass sie der Ablenkung entgegenwirkt. Dies Verfahren ist jedoch minder genau und daher der Gebrauch einer Deviations-Tabelle vorzuziehen. — Eine Controlle des Compasses ist übrigens dessenungeachtet durch andere Methoden der Ortsbestimmung erforderlich, da die Deviations-Tabelle eigentlich nur für den Ort gilt, an welchem dieselbe entworfen wurde.

Neuerdings will John S. Gisborne in Liverpool die Störungen des Compasses durch das Schiffseisen gänzlich durch Anwendung einer electrischen Batterie auf dem Compassgehäuse und durch zwei isolirte Drähte, welche den electrischen Strom um die Nadel leiten, vollständig beseitigt haben. Richtig ist allerdings, dass ein electrischer Strom ebenso wie eine Deviationsscheibe wirken muss; aber es ist dann Bedingung, dass die Stärke dieses Stromes constant bleibt. Die Ablenkung bei eisernen Schiffen würde vielleicht ganz wegfallen, jedenfalls sehr vermindert werden, so dass solche Schiffe nur wie hölzerne auf die Compassnadel wirken würden, wenn man bei ihrem Baue den Kiel in der Richtung des magnetischen Meridians streckte, d. h. anlegte, und zwar so, dass das Hintertheil nach Norden hin zu liegen käme, weil dadurch in Folge des Erdmagnetismus das Hintertheil nordpolarisch würde.

Ablöschen nennt man das Eintauchen glühender Metalle in einer kalten Flüssigkeit, um sie schneller abzukühlen und ihnen dadurch eine grössere Härte zu ertheilen. Man thut dies z. B. beim Stahle. Glockengut soll durch das Ablöschen weicher werden.

Abmessungen der Körper, d. h. ihre Erstreckungen in verschiedenen Richtungen, s. Art. Dimension.

Abplattung ist das Verhältniss der Differenz zwischen der grossen und kleinen Axe zu der grossen Axe der Ellipse, aus deren Umdrehung um die kleine Axe ein ellipsoidischer Körper entstanden gedacht werden kann. Da die Weltkörper, wie unsere Erde, eine Rotation um eine Axe besitzen, so erhalten sie in Folge der in verschiedenen Abständen von der Axe verschiedenen Schwungkraft, sofern sie aus einer verschiebbaren Masse bestehen oder bestanden haben, die Gestalt eines Ellipsoides. Die Abplattung der Erde beträgt zwischen $\frac{1}{289}$ und $\frac{1}{306}$; die des Jupiter zwischen $\frac{1}{13}$ und $\frac{1}{21}$; die des Saturn nahe $\frac{1}{17}$; die des Uranus etwa $\frac{1}{60}$; die des Merkur etwa $\frac{1}{253}$; die der Venus etwa $\frac{1}{306}$; die des Mars etwa $\frac{1}{343}$. Nehmen wir die Abplattung der Erde zu $\frac{1}{306}$ an, so heisst dies also, die Axe der Erde habe eine Länge, welche $\frac{305}{306}$ von dem Durchmesser des Aequators beträgt. Es würde hiernach die Erdaxe nur etwa

$1714^1/_3$ Meile lang sein, wenn der Durchmesser des Erdäquators 1720 Meilen beträgt, und am Pole würde man dem Mittelpunkte der Erde 2 bis 3 Meilen näher sein, als unter dem Aequator.

Die Entdeckung der Abplattung der Erde war eine Folge der Untersuchungen, welche man im 17. Jahrhunderte über die Länge des Secundenpendels anstellte. Der Holländer Huyghens hatte 1664 das Secundenpendel als eine unveränderliche Grösse zum allgemeinen Längenmasse vorgeschlagen. Hierbei stieg das Bedenken auf, dass in Folge der Rotation der, damals noch als eine vollkommene Kugel angesehenen, Erde die Länge des einfachen Secundenpendels wegen der in verschiedenen Breiten verschiedenen Schwungkraft auch in verschiedenen Breiten eine verschiedene sein müsse. Um dies zu ermitteln, ging 1671 der französische Astronom Richer nach Cayenne. Er fand, dass die von Paris mitgebrachte und dort genau gehende Uhr täglich $2^1/_2$ Minuten in Cayenne nach ging, so dass er das Pendel um $1^1/_4$ Linie verkürzen musste, damit die Uhr richtig schlug. Bei der Rückkehr nach Paris war es nöthig, das Pendel wieder um $1^1/_4$ Linie zu verlängern, um der Uhr einen richtigen Gang zu geben.

Das Resultat konnte nicht allein auf Rechnung der am Aequator grösseren Schwungkraft gesetzt werden. Huyghens kam dadurch schon auf den Gedanken, dass die Erde am Aequator einen grösseren Durchmesser haben möge, als von Pol zu Pol; mit noch grösserer Bestimmtheit sprach dies aber Newton aus und zwar schrieb er die kürzere Pendellänge am Aequator nicht nur der dort vorhandenen grösseren Schwungkraft zu, sondern auch der daselbst schwächeren Schwerkraft, weil die Entfernung von dem Mittelpunkte der Erde, als dem Sitze der Schwerkraft, am Aequator grösser als in Paris sei, die Stärke der Schwerkraft aber mit der Entfernung abnehme.

Ohne auf den langen wissenschaftlichen Streit, der sich nun entspann, hier näher einzugehen, bemerken wir nur, dass derselbe endlich dadurch entschieden wurde, dass 1735 der König Ludwig XV. von Frankreich zwei Expeditionen aussandte, von denen die eine (Bouguer, de la Condamine, Godin, Jussieu und Couplet) nach Quito, die andere (Maupertuis, Clairaut, Camus, le Monnier und Outhier, denen sich der schwedische Astronom Celsius anschloss) nach Lappland ging, um die Krümmung der Erdoberfläche in der Richtung von Süden nach Norden durch directe Messungen festzustellen. Das Ergebniss fiel zu Gunsten der von Newton ausgesprochenen Ansicht aus, denn die Grösse eines Meridiangrades in Lappland wurde zu 57437,9 und unter dem Aequator zu 56753 Toisen, hier also um 684,9 Toisen kleiner, gefunden. Vergl. Art. Gradmessungen und Erde.

Spätere Messungen, von denen hier nur die grosse französische Meridianmessung zur Feststellung des unter dem Namen Meter in

Frankreich eingeführten Längenmasses, welches ein Zehnmillionstel des nördlichen Meridional-Quadranten der Erde betragen sollte, angeführt werden möge, haben die Abplattung der Erde bestätigt. Walbeck berechnete aus Gradmessungen die Abplattung zu $\frac{1}{302,78}$; Schmidt zu $\frac{1}{297,479}$; Bessel anfangs zu $\frac{1}{300,7047}$, später zu $\frac{1}{299,1528}$; Encke zu $\frac{1}{298,325}$. Aus einer Längengradmessung von Brousseau, Nicollet und Pictet, dann fortgesetzt von Plana und Carlini ergaben sich die Abplattungen $\frac{1}{271,31}$, $\frac{1}{275,68}$ und $\frac{1}{292}$. Aus Pendelbeobachtungen (s. Art. Pendel) berechnete La Place $\frac{1}{335,78}$; Biot $\frac{1}{304}$; Kater $\frac{1}{305,32}$; Sabine und Parry $\frac{1}{313}$; Freycinet $\frac{1}{276,6}$; später Sabine $\frac{1}{289,1}$, und Biot aus Pendelmessungen von 45° n. Br. und weiter nördlich $\frac{1}{306,33}$, aus solchen von 45° n. Br. südwärts zum Aequator $\frac{1}{276,38}$ und überhaupt $\frac{1}{290,59}$. Aus astronomischen Beobachtungen berechnete La Place $\frac{1}{305,05}$ und $\frac{1}{304,6}$, v. Lindenau $\frac{1}{315,82}$ und Le Gendre $\frac{1}{318}$. Unter der Voraussetzung gleicher Dichtigkeit der Erde berechnete Newton $\frac{1}{229}$; Le Gendre und La Place, ebenso später Ivory nahmen an, dass die Dichtigkeit der Erde nach dem Mittelpunkte hin gleichmässig zunehme, und namentlich fand der Letztere $\frac{1}{289}$, wenn er die Dichte des Erdkernes zu 5,48 und die der Oberfläche zu 2,88 annahm.

Abplattungsmodel ist ein Apparat, durch welchen der Nachweis geführt werden soll, wie eine Kugel aus einer nachgiebigen Masse, welche sich um eine Axe dreht, sich an dem Aequator verdickt und an den Endpunkten der Axe zusammenzieht. Der Apparat, welcher auf eine Centrifugalmaschine (s. d. Art.) gesetzt wird, besteht aus schmalen, zu Kreisen gekrümmten Blechstreifen, welche unten an einem als Axe dienenden Metallstabe befestigt sind, oben aber sich an einem auf der Axe lose sitzenden Ringe vereinigen. Wird die Maschine gedreht, so

stellt sich die Abplattung ein und zwar um so mehr, je schneller die Drehung ist. Die dem Aequator näher liegenden Theile erhalten nämlich, da sie in derselben Zeit grössere Kreise beschreiben, eine grössere Centrifugalkraft (s. d. Art.) als die den Enden der Axe näher liegenden.

Abscheu vor dem leeren Raume (*horror vacui*), s. Art. Atmosphäre.

Absolut bedeutet oft soviel als rein oder vollkommen, z. B. absoluter Alkohol; meistens aber soviel als an und für sich betrachtet, abgesehen von anderen Beziehungen im Gegensatze zu relativ, d. h. in Beziehung auf Anderes, oder specifisch, d. h. in Beziehung auf besondere Verhältnisse oder Eigenschaften, z. B. absolutes und specifisches Gewicht; absolute und relative Bewegung.

Absorptiometer, ein von Bunsen construirter Apparat zur Bestimmung des Absorptionscoefficienten von Gasen für Wasser und Alkohol.

Absorption, Verschluckung oder Einsaugung, ist die Eigenschaft mancher Körper andere Stoffe oder Agentien in sich aufzunehmen und unwirksam zu machen. So verschluckt z. B. ausgeglühte Kohle sehr begierig Kohlensäure, eine hinlänglich dicke Turmalinplatte den ordinär gebrochenen Lichtstrahl, namentlich ein berusster oder sonst geschwärzter Körper Wärmestrahlen. Die Eigenthümlichkeit der hygroskopischen Körper, aus der Luft und sonst Wasser aufzunehmen, ist ebenfalls eine Absorption. S. Art. Hygroskop.

A. **Absorption ponderabler Stoffe.** Um sich von der Absorption gasförmiger Körper durch feste Körper zu überzeugen, lasse man in einem mit Quecksilber gefüllten und mit der Oeffnung — nach Art des Torricellischen Versuches — in Quecksilber stehenden Cylinder Kohlensäure aufsteigen und bringe hierauf eine ausgeglühte und unter Quecksilber abgekühlte Kohle in den Cylinder, indem man sie durch das Quecksilber in die Oeffnung des Cylinders steckt, von wo aus sie sofort im Quecksilber empor steigt. Nach kurzer Zeit nimmt die Kohlensäure ab und das Quecksilber steigt im Cylinder höher. Die Kohle absorbirt etwa dem Raume nach 20 mal soviel, als die Kohle gross ist. Durch Ausglühen verliert die Kohle wieder die absorbirte Kohlensäure.

Als eine mit der Absorption der Gase verbundene Nebenerscheinung ist zu bemerken, dass dabei stets eine Entwickelung von Wärme eintritt, weshalb z. B. bei der Bereitung von Schiesspulver die dabei zu verwendende fein gepulverte Kohle Vorsicht erheischt. Ebendaraus erklärt sich die Entzündung des Wasserstoffgases durch fein vertheiltes Platin, den sogenannten Platinschwamm, in dem Döbereinerschen Platinfeuerzeuge, indem dieser Schwamm begierig Sauerstoff absorbirt und das aufströmende Wasserstoffgas sich mit diesem Sauerstoff unter Entwickelung von Wärme verbindet, so dass der Platinschwamm glühend wird und das Wasserstoffgas entzündet. Sogar ein metallisches Stück Platin bringt

die Vereinigung von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas in einem Gemenge aus diesem zu Stande, so dass sich Wasser bildet.

Jeder feste Körper besitzt die Fähigkeit, Gase zu verdichten. Daher müssen z. B. Barometer sorgfältig ausgekocht werden, um die am Glase anhaftende Luft zu entfernen. Die Entstehung der von Moser entdeckten Hauchbilder findet in der Absorption der Gase durch feste Körper ebenfalls genügende Erklärung, so dass es nicht nöthig ist, mit Moser jeden Körper als einen gewissermassen selbstleuchtenden anzunehmen, wenn die von ihm ausgehenden Lichtstrahlen auch nicht in dem Auge einen Eindruck hervorbringen sollten (s. Art. Hauchbilder).

Die Absorption der Gase durch Flüssigkeiten sieht man recht deutlich, wenn man in den oben angegebenen Quecksilberapparat nicht Kohlensäure, sondern Ammoniakgas und statt der Kohle Wasser bringt, denn Wasser absorbirt dem Raume nach ungefähr das 700fache Quantum von Ammoniakgas. Wasser absorbirt von salzsaurem Gase etwa das 500fache Volumen, von schwefligsaurem Gase das 20- bis 40fache, von kohlensaurem Gase das Einfache, noch weniger vom Stickgas und Sauerstoffgas. Es kommt hierbei übrigens auf die Beschaffenheit und Reinheit der absorbirenden Flüssigkeit und des absorbirten Gases, auf die Temperatur und auf den Druck an, unter welchem Flüssigkeit und Gas stehen.

Bei der Prüfung des Absorptionsvermögens des Wassers muss alle Luft aus demselben durch vorheriges Kochen entfernt werden, ebenso sind alle in demselben etwa aufgelösten Salze zu beseitigen; denn in der Regel absorbirt eine Flüssigkeit von einem Gase um so weniger, je mehr sie bereits von anderen Gasen aufgenommen hat, während sie andererseits auch durch die Aufnahme eines Gases befähigt werden kann, von einem anderen Gase mehr zu absorbiren als sonst geschehen wäre, wie es z. B. mit Wasser der Fall ist, welches bei einem Gehalte von Sauerstoff auch Wasserstoffgas absorbirt. Je höher die Temperatur ist, desto geringer ist gewöhnlich die Absorptionsfähigkeit; die letztere wächst aber im Verhältniss, in welchem der Druck zunimmt. Wichtig ist noch das Gesetz, dass zwei Gasarten in einer Flüssigkeit stets den nämlichen Raum einnehmen, welchen sie einnehmen würden, wenn jede einzelne bei dem Grade der Dichtigkeit, den sie in der Mischung hat, absorbirt worden wäre. Es ist dies Gesetz namentlich bei der Verdunstung zu beachten, worüber das Nähere im Art. Dampf.

B. **Absorption des Lichtes.** Es zeigt sich die Absorption des Lichtes darin, dass die durch zerstreut zurückgeworfenes Licht sichtbaren Körper nur selten im weissen Lichte weiss und im einfarbigen Lichte hell in der Farbe des Lichtes erscheinen, sondern irgendwie im weissen Lichte farbig und im einfarbigen Lichte hell oder dunkel. Lässt man das durch ein Prisma erzeugte Spectrum auf einen farbigen Körper fallen, z. B. auf hellrothes Papier, so erscheinen meistentheils die blauen und

violetten Stellen des Spectrums dunkel, oder auf mit Ultramarin gefärbtes Papier, so ist dies mit den rothen und gelben Stellen des Spectrums der Fall. Hieraus folgt, dass ein farbig erscheinender Körper nur diejenigen Farben zerstreut zurückwirft, welche die Farbe des Körpers zusammensetzen, aus denen diese zusammengesetzt ist. Diejenigen Lichtstrahlen also, welche die dunkelbleibenden Stellen des Spectrums bilden würden, werden nicht zurückgeworfen, sondern sind absorbirt worden.

Ein Körper, welcher alles Licht absorbiren würde, wäre vollkommen schwarz, hingegen derjenige, welcher nichts absorbirte, sondern alles Licht, oder wenigstens alle das weisse Licht zusammensetzenden Strahlen in gleichmässiger Schwächung zurückwerfen würde, vollkommen weiss. Es giebt wohl weder einen vollkommen schwarzen, noch einen vollkommen weissen Körper, aber die Richtigkeit der Behauptung ersieht man daran, dass z. B. Kelleröffnungen bei Tage von aussen schwarz, aber von innen hell erscheinen.

Da die von den farbigen Körpern absorbirten Lichtstrahlen in dem zurückgeworfenen Lichte fehlen, so ist die Farbe complementär zu der Farbe, welche die absorbirten Farben als Mischfarbe gegeben haben würden, und zwar dürfte die Farbe meistens eine Mischfarbe und nur selten homogen sein.

Sowie im zerstreut zurückgeworfenen Lichte eine Absorption sich zu erkennen giebt, ist es auch mit dem durchgelassenen der Fall. Um sich hiervon zu überzeugen, ist ein durch Kobalt blau gefärbtes Glas sehr geeignet. Lässt man nämlich einen Lichtstrahl in ein dunkles Zimmer eintreten und, ehe er auf ein Prisma trifft, durch ein solches Glas gehen, so erscheint kein volles Spectrum, sondern nur die beiden Enden sind, durch einen dunklen Raum getrennt, wahrnehmbar. Es müssen mithin bei dem Durchgange durch das Glas die mittleren Farben des Spectrums eine stärkere Absorption erlitten haben, als die Endfarben. Auch die Farbe des durchgelassenen Lichtes ist meistens eine Mischfarbe; nur wenige Körper geben eine homogene Farbe, z. B. durch Kupfer roth gefärbtes Glas.

Legt man ein rothes und ein grünes Glas aufeinander, so lassen sie fast gar kein Licht durch, wiewohl sie einzeln das Licht nur wenig schwächen. Hieraus sehen wir, dass Licht, welches bereits durch einen Körper hindurchgegangen ist, von einem zweiten, der eine andere Farbe durchlässt, absorbirt wird.

Schichten gleicher Dicke absorbiren unter denselben Umständen immer denselben Bruchtheil des auf sie fallenden Lichtes; es ist also das Verhältniss des einfallenden und absorbirten Lichtes für denselben Körper unter denselben Umständen constant. Hieraus folgt, dass die einen Körper durchdringende Lichtmenge in einer geometrischen Reihe abnimmt, wenn die Dicke desselben in einer arithmetischen Reihe zunimmt.

Trifft auf einen Körper eine Lichtmenge F einer bestimmten Farbe, so tritt aus demselben bei der als Einheit angenommenen Dicke eine Menge x F aus. Diese von der Substanz des Körpers und von der Farbe des Lichtes abhängige Grösse x nennt man den Lichtschwächungs- oder Extinctionscoefficienten.

Die Absorption des Lichtes erklärt man nach der Undulationstheorie daraus, dass im zerstreuten Lichte auch solche Strahlen in das erste Mittel zurückkehren, welche an tieferen Stellen im Innern des Körpers reflectirt werden, nicht blos von der Oberfläche herkommende.

Das Vorstehende gilt namentlich von festen und tropfbarflüssigen Körpern; luftförmigflüssige Medien zeigen ein abweichendes Verhalten, indem in dem Spectrum des durch farbige Gase hindurchgegangenen Lichtes nicht dunkle Räume, sondern schwarze Streifen in grösserer Anzahl auftreten, welche mit den Fraunhoferschen Linien Aehnlichkeit haben. Brewster hat zuerst dahin gehörige Beobachtungen an gasförmiger salpetriger Säure angestellt, dann hat namentlich W. A. Miller die Erscheinung verfolgt, und hieran schliessen sich Bunsen's und Kirchhoff's Untersuchungen über die Absorption des Lichtes in glühenden Gasen an, wobei diese die in chemischer Hinsicht wichtige Beobachtung machten, dass die das Spectrum einer mit Metallsalzen gefärbten Flamme charakterisirenden hellen Linien nur von dem in dem Salze enthaltenen Metalle abhängig sind, gleichgültig welche Flamme damit gefärbt wird

Absorption der Wärme, s. Art. Wärme, strahlende.

Absorptionscoefficient ist die Zahl, welche angiebt, das wievielfache Volumen eines Gases von einem bestimmten Volumen einer Flüssigkeit bei dem normalen Barometerstande und gegebener Temperatur verschluckt wird.

Absorptionsvermögen bedeutet Verschluckungsvermögen. Vergl. Art. Absorption und namentlich: Wärme, strahlende.

Abstossung (*repulsio*). Das Auftreten der Körper in den verschiedenen Aggregatzuständen (s. Aggregatsformen), namentlich das desselben Stoffes, z. B. des Wassers, in allen drei Zuständen führt zu der Annahme besonderer Kräfte. Das innige Zusammenhalten der Theile fester Körper — ihre Cohäsion — schreibt man einer besonderen Anziehungskraft der Atome zu einander zu und nennt dieselbe Cohäsionskraft, ebenso sieht man das Bestreben der luftförmigen Körper, stets einen grösseren Raum einzunehmen — ihre Expansion —, in einer besonderen Abstossungskraft, der Expansivkraft. Solcher Erscheinungen, welche sich nur aus einer Abstossung und einer derselben entgegenwirkenden Anziehung erklären lassen, so dass der Erfolg durch das Ueberwiegen der einen über die andere bedingt wird, aber gewissermassen nur als das Resultat der einen Kraft erscheint, giebt es mehrere, so dass man sich veranlasst gesehen hat, die beiden Kräfte — Ab-

stossungskraft und Anziehungskraft — als etwas der Materie Eigenthümliches anzunehmen. Man hat versucht, alle in der Natur auftretenden Abstossungen und Anziehungen auf eine allgemeine Abstossungskraft und eine allgemeine Anziehungskraft zurückzuführen, aber es ist dies nicht gelungen. Vergl. Art. Gravitation, Electricität, Magnetismus, Wärme etc.

Abstossungskraft, s. Abstossung.

Abtrifft ist die Abweichung eines beim Winde segelnden Schiffes von der Kielrichtung.

Abweichung, chromatische, s. Chromatische Abweichung.

Abweichung, magnetische, s. Declination.

Abweichung, sphärische, s. Linsenglas. F. und Spiegel, sphärische.

Abweisung der Magnetnadel ist soviel als Declination, s. d. Art.

Acceleration, Beschleunigung, Grösse der Beschleunigung. Wenn bei einer beschleunigten Bewegung, d. h. bei einer solchen, dass in gleichen Zeiten die später zurückgelegten Wege immer grösser werden, als die früher zurückgelegten, oder die mit zunehmender Geschwindigkeit erfolgt, die Art der Bewegung näher bestimmt werden soll, so hat man die Geschwindigkeitszunahme zu ermitteln. Diese Geschwindigkeitszunahme nennt man die Acceleration.

Wir können uns sehr verschiedene beschleunigte Bewegungen denken, z. B. dass die Geschwindigkeit in auf einander folgenden gleichen Zeiten stets um gleich viel, oder in jedem folgenden gleich grossen Zeitabschnitte um das Doppelte, Dreifache ... von der Grösse zunimmt, um welche dieselbe im vorhergehenden zugenommen hatte. Der einfachste Fall würde der sein, dass die Geschwindigkeitszunahme, also die Acceleration, unverändert bleibt. Eine solche Bewegung nennt man eine gleichförmig beschleunigte und die Acceleration ist also hier, da die Geschwindigkeit stets auf eine Zeitsecunde bezogen wird, die Geschwindigkeit, welche der Körper nach Verlauf der ersten, von der Ruhe an gerechneten Secunde erlangt. Vergl. Bewegungslehre. II und Fall, freier.

Accommodation. Das menschliche Auge besitzt die Fähigkeit, sich den verschiedenen Entfernungen der Gegenstände, welche deutlich wahrgenommen werden sollen, anzupassen und dadurch die Vereinigung der von einem Punkte ausgehenden Lichtstrahlen in einem Punkte der Retina (s. Auge) zu bewirken. Dies Vermögen, welches vielleicht in einer Abänderung der Convexität der *Cornea* oder in einer Formveränderung der Krystalllinse beruht, nennt man das Accommodations- oder Adaptions- oder Adjustirungsvermögen des Auges. Die letztere Ansicht scheint die richtigere zu sein, so dass bei Accommodation

für die Nähe die Linse etwas dicker wird und eine stärkere Flächenkrümmung erhält.

Accord. Lässt man mehr als zwei Töne zugleich oder unmittelbar hinter einander erklingen, so bilden diese Töne einen Accord. Sind die Töne consonirend (wohlklingend), so heisst der Accord ein consonirender, im entgegengesetzten Falle ein dissonirender. Vergl. Art. Ton und Harmonie.

Achromasie bedeutet farblose Lichtbrechung oder Farbenaufhebung. S. Art. Achromatismus.

Achromatismus. Lässt man einen Sonnenlichtstrahl auf ein Prisma fallen, so tritt ausser der Brechung auch eine Farbenzerstreuung ein, da das Sonnenlicht aus unzähligen farbigen Strahlen besteht, von denen jeder einen anderen Brechungsexponenten besitzt. Dasselbe tritt ein bei der Brechung des Sonnenlichtes in Linsengläsern, und daher kommt es, dass die durch solche Gläser erzeugten Bilder von Gegenständen, welche zerstreutes Sonnenlicht oder überhaupt aus verschiedenen Farben zusammengesetztes Licht aussenden, von farbigen Säumen umgeben sind. Man hat Mittel gefunden, diese farbigen Säume zu beseitigen, und das dadurch erzielte Resultat bezeichnet man als Achromatismus oder Achromasie. Das Nähere im Art. Farben und Fernrohr. III.

Achromatopsie, **Achrupsie** ist die Unfähigkeit mancher Augen, gewisse Farben unterscheiden zu können.

Actine, s. Aktine.

Actinograph von J. Herschel, s. Aktinograph.

Actinometer, s. Aktinometer.

Adaption, s. Accommodation.

Aderhaut oder Gefässhaut, s. Auge.

Adhäriren, Adhäsion, Anhaftung, Anhängung, bezeichnet das Aneinanderhaften zweier Körper bei unmittelbarer Berührung. Diese Erscheinung zeigt sich bei allen Aggregatzuständen, ist im Allgemeinen um so stärker, in je mehr Punkten die Berührung stattfindet, und findet ihre Ursache in einer besonderen, bei unmittelbarer Berührung sich geltend machenden Kraft, welche man Adhäsionskraft nennt. S. Art. Abstossung.

Um die Adhäsion fester Körper nachzuweisen, bedient man sich gewöhnlich besonderer Adhäsionsplatten. Diese Platten sind aus demselben Metalle, von gleich grosser Fläche, genau an einander abgeschliffen und eine jede mit einem Haken versehen, um die obere an einem Wagebalken und an der unteren Gewichte anhängen zu können. Auch ohne die Flächen mit Fett zu bestreichen, haften die Platten stark aneinander. Im Winter adhärirt das Eis an den Fensterscheiben, Staub an den Wänden, und zwar sowohl an verticalen als horizontalen, Kreide

an den Tafeln, der Graphit des Bleistiftes am Papiere etc. Das Leimen, Kitten, Kleistern, Kleben, Löthen etc. beruht auf der Adhäsion und zwar wird hier eine um so innigere Berührung hervorgebracht, weil die Stoffe flüssig aufgebracht werden. Es ist hierbei eine Hauptsache, die Bindestoffe in einer möglichst dünnen Schicht aufzutragen, da nur die Unebenheiten der beiden an einander zu befestigenden Flächen ausgefüllt werden sollen. Bei einer dicken Schicht des Bindemittels tritt oft bei einem selbst leichten Anstosse Trennung ein, zumal wenn das Bindemittel spröde ist, während sonst eine ungemein starke Verbindung erzielt wird, die oft stärker ist, als der natürliche Zusammenhalt des Körpers.

Die Adhäsion, welche zwei Scheiben desselben Metalls zukommt, ist auch die Adhäsion, welche diesem Metalle mit jedem anderen von geringerer Adhäsion mit sich selbst zugehört. Kupfer adhärirt am Zink, Zinn, Blei, Wismuth etc. eben so stark, als am Kupfer.

Für die Adhäsion zwischen festen und tropfbarflüssigen Körpern spricht das Zerfliessen der Wassertropfen auf fast allen Körpern, ausser auf Fettigkeiten, umgekehrt das Anhaften des Staubes an Wassertropfen. Je nachdem die Adhäsionskraft zwischen der Flüssigkeit und dem festen Körper stärker als die Cohäsionskraft der Flüssigkeitstheilchen ist oder nicht, treten verschiedene Erscheinungen ein, (S. Art. Cohäsion.) Im ersteren Falle wird der feste Körper von der Flüssigkeit benetzt, im anderen nicht. Ebenso fliesst eine kleine Menge der Flüssigkeit im ersten Falle auf dem festen Körper auseinander, während sie im andern einen mehr oder weniger kugelförmigen Tropfen bildet. Auch der Stand von Flüssigkeiten in den Gefässen erklärt sich hieraus, namentlich dass dieselben, wenn das Gefäss nicht ganz angefüllt ist, am Rande erhöht stehen, sobald sie dasselbe benetzen, aber vertieft, sobald dies nicht der Fall ist; ferner dass eine Flüssigkeit, welche das Gefäss benetzt, auch dann am Rande convex — wie eine nicht benetzende Flüssigkeit im nicht vollen Gefässe — steht, wenn das Gefäss bis zum Ueberlaufen angefüllt wird. Versuche mit Wasser und Quecksilber in einem Glase dienen zur Bestätigung. Hierher gehört auch, dass eine Flüssigkeit, welche aus einem Gefässe mit nicht umgebogenen Rande langsam ausgegossen wird, zum Theil an der Aussenseite herabläuft, wenn das Gefäss von ihr benetzt wird. Hierauf beruht der umgebogene Rand der sogenannten Bechergläser, der umgebogene Rand an Töpfen und die besondere Form der Dillen. Hierher gehört auch Folgendes: Hält man einen stabförmigen Körper, z. B. einen Glasstab, oder ein Holzstäbchen, oder einen der Länge nach zusammengelegten Papierstreifen etc., nachdem er von einer auszugiessenden Flüssigkeit nass gemacht ist, lothrecht an die Ausgussstelle des Gefässes, so läuft die Flüssigkeit beim Ausgiessen an dem Stabe herab, so dass man das Stäbchen an Stelle eines Trichters selbst bei enger Mündung des Gefässes, in welches

die Flüssigkeit gegossen werden soll, gebrauchen kann. Hier haftet die Flüssigkeit an dem Stabe und die Schwerkraft treibt dieselbe herab. — Auf der Adhäsion des Wassers an einem Seile beruht die Seilmaschine (s. d. Art.) von Vera.

Ist die Adhäsion zwischen Flüssigkeit und festem Körper grösser als die Cohäsion des festen Körpers, so wird der feste Körper von dem flüssigen aufgelöst, indem die Atome des festen Körpers sich zwischen die der Flüssigkeit einschieben und sich zwischen diesen gleichförmig vertheilen, z. B. Salz, Zucker etc. vom Wasser. Kommt eine Auflösung mit einer festen Substanz in Berührung, welche auf den aufgelösten Körper eine Anziehung ausübt, so entzieht dieser der Auflösung etwas von dem festen Körper, noch ehe sich dieser von selbst ausscheidet. Macht man z. B. Auflösungen von Glaubersalz und Salpeter, giesst diese zusammen und legt in einen Theil dieses Gemenges einen Glaubersalzkrystall, in einen andern Theil einen Salpeterkrystall, so vergrössert sich in jenem der Glaubersalzkrystall und in diesem der Salpeterkrystall. Daher setzen sich auch bei der Krystallbildung aus Auflösungen die Krystalle besonders an rauhe Stellen und an feste Körper in der Auflösung, z. B. an Fäden. Die Bildung des Steines bei der Steinkrankheit hat ebenhierin ihren Grund.

Das Verhalten von Flüssigkeiten in engen Röhren, die Capillarität (s. diesen Art.), ist ebenfalls mit in der Adhäsion zwischen festen Körpern und Flüssigkeiten begründet.

Für die Adhäsion zwischen festen Körpern und luftförmigen Flüssigkeiten spricht z. B. das Aufsteigen von Luftblasen, sobald Zucker im Kaffee aufgelöst wird, die Bildung von Luftbläschen an der innern Wand eines Glases, in welchem Wasser einige Zeit gestanden hat und warm geworden ist, die Bildung von Luftbläschen am Holz und anderen Körpern, die man in Wasser thut. Es rühren diese Luftbläschen zum Theil von der Luft her, welche absorbirt (s. Art. Absorption) war, und nun freigeworden an den Körpern adhärirt.

Die Adhäsion tropfbarer Flüssigkeiten an einander sieht man daran, dass ein Tropfen Wasser sich auf einer Quecksilberfläche, ein Tropfen Olivenöl sich auf einer Wasserfläche etc. ausbreitet.

Ist die Cohäsion jeder der beiden Flüssigkeiten grösser, als die Adhäsion beider zu einander, so schwimmt die leichtere Flüssigkeit auf der schwereren und bildet, in geringer Menge aufgebracht, Tropfen auf derselben, z. B. Oel und Wasser.

Ist die Cohäsion der Atome nur einer Flüssigkeit grösser, als die Adhäsion beider Flüssigkeiten, so schwimmt die leichtere auf der schwereren und breitet sich, selbst in geringer Menge aufgebracht, über die ganze Oberfläche aus, z. B. Wasser und Terpentinöl, Quecksilber und Schwefelsäure.

Ist die Adhäsion grösser, als die Cohäsion beider Flüssigkeiten, so

mengen sich beide, z. B. Alkohol und Wasser, Alkohol und Aether, die meisten Säuren und Wasser.

Wenn sich ein tropfbarflüssiger Körper auf einem andern schon ausgebreitet hat und man bringt noch einen dritten darauf, welcher zu der Hauptflüssigkeit mehr Adhäsion hat, als die zuerst aufgebrachte, so verdrängt der dritte den zuerst aufgegossenen Stoff; z. B. ein Tropfen Euphorbiensaft (Wolfsmilchsaft) verdrängt einen Oeltropfen, der sich auf Wasser ausgebreitet hatte. Aether, Alkohol, Pfeffermünzöl, Bergamotöl, Majoranöl, Mohnöl, Olivenöl, Nussöl, Wasser, Alaunauflösung, Glaubersalzauflösung, Salpeterauflösung, Kochsalzlösung stehen hier in einer Folge, dass der voranstehende Stoff den folgenden verdrängt.

Für die Adhäsion luftförmiger Stoffe zu tropfbarflüssigen spricht, dass beim Eingiessen einer Flüssigkeit in ein Gefäss immer eine Menge Luftblasen in der Flüssigkeit empor steigen, welche durch den Strom mit hineingerissen sind, ebenso dass Luftblasen, die in einer Flüssigkeit emporgestiegen sind, an der Oberfläche einige Zeit hängen bleiben, ehe sie zerplatzen. Die Absorption (s. d. Art.) spielt hierbei eine Hauptrolle. Die Luftblasen z. B., welche sich im Eise zeigen, rühren von der absorbirten Luft her.

Für die noch zweifelhafte Adhäsion luftförmiger Körper an einander scheint das starke Schäumen des Bieres und Champagners beim Eingiessen zu sprechen, namentlich wenn die Flüssigkeit aus grösserer Höhe herabstürzt, weil dann die Flüssigkeit Luft mit hineinreisst und diese beim Aufsteigen wahrscheinlich einen Theil des Gases mit führt. Es dürfte indessen diese Erscheinung vielleicht nur eine Folge der Bewegung und Zertheilung sein, welche beim Eingiessen erzeugt wird, wofür das heftige Aufbrausen der Flüssigkeiten, welche Gas absorbirt haben, spricht, wenn man pulverisirte Stoffe hineinbringt.

Adhäsionskraft, s. Adhäsion.

Adhäsionsplatten, s. Art. Adhäsion.

Adiatherman, s. Art. Atherman.

Adjustirung, s. Accommodation.

Adouciren, Ausglühen von Gusswaaren, um sie geschmeidiger zu machen. S. Tempern.

Aeolikon, s. Aeolodikon.

Aeoline nannte Marx ein akustisches Instrument, welches sich auf die Schwingungen gespannter Membranen gründete, aber wenig Erfolg gehabt hat.

Aeolipile, s. Dampfkugel.

Aeolodikon oder Aeolikon ist die bekannte Harmonika mit einer Tastatur und einem Blasebalge, welcher durch eine Windlade die den einzelnen Tönen zugehörigen Blechzungen anbläst. Der Mechanikus Reich aus Fürth wird als Erfinder angegeben.

Aeolsharfe ist ein musikalisches Instrument, welches aus einem etwa 4—7 Zoll breiten und 4 Fuss langen Resonanzboden besteht, auf welchem über zwei oben und unten befestigte, etwa $^3/_4$ Zoll hohe Stege 6—10 Darmsaiten (a-Saiten) so gespannt sind, dass sie nach unten hin etwas näher an einander liegen, als oben. Sind die Saiten schwach gespannt, aber gleich gestimmt und setzt man das Instrument einem Luftzuge aus, etwa an einem etwas geöffneten Fenster, so dass die Luft die Saiten schräg trifft, so beginnt dasselbe in den verschiedenartigsten consonirenden Tönen zu erklingen.

Young fand, dass die Saiten in aliquoten Theilen und in ihrer ganzen Länge gleichzeitig schwingen; Pellisow stellte ausserdem fest, dass die Höhe der Töne im Verhältniss mit der Geschwindigkeit des sie erzeugenden Luftstromes stehe, was er namentlich dadurch erwies, dass er eine Aeolsharfe an einen langen Balken befestigte und diesen in schnelle Umdrehung, wie bei einem Caroussel, versetzte. Pellisow findet die Erklärung in einer Reihe von Stössen durch den Luftstrom, wodurch die Saiten in ihren Molecular-Theilchen in Longitudinal-Schwingungen versetzt und zum Tönen gebracht würden.

Der Jesuit Kircher wird gewöhnlich als derjenige angeführt, welcher zuerst von der Aeolsharfe gesprochen habe, aber schon 100 Jahre vor diesem erwähnt Porta in seiner *Magia naturalis* ein derartiges Instrument. Die Engländer betrachten den schottischen Musiker Oswald als Erfinder, welcher durch Pope auf die Erscheinung, als auf eine schon im Alterthume bekannte, aufmerksam gemacht worden sei. Oswald brachte etwa im Jahre 1780 eine Aeolsharfe zu Stande.

Electrische Telegraphendrähte bilden, wenn deren mehrere an denselben Stangen befestigt sind, bei windigem Wetter oft eine natürliche Aeolsharfe, wobei die Holzstangen als Resonanzboden wirken.

Aequator, magnetischer, der Erde heisst diejenige Linie, welche durch alle Orte der Erdoberfläche geht, an welchen die magnetische Neigung (s. Art. Inclinatorium) gleich 0 ist, d. h. an denen eine Inclinationsnadel horizontal schwebt. Die Lage des magnetischen Aequators ist veränderlich, als ob er von Osten nach Westen um die Erde im Verlaufe von mehreren Jahrhunderten rücke. Zur Zeit schneidet er den Erdäquator unweit der Westküste Afrikas in dem Busen von Guinea, geht dann auf der südlichen Halbkugel durch den atlantischen Ocean und durch Südamerika, wo er die grösste südliche, noch nicht 20° betragende Breite erreicht, nähert sich hierauf im stillen Oceane immermehr dem Aequator, schneidet ihn etwa in der Mitte desselben, und durch Hinter- und Vorderindien gehend wendet er sich von dem Eingange in das rothe Meer, wo er seine grösste nördliche Breite erreicht, wieder dem obigen Ausgangspunkte zu.

Aequivalent, calorisches, ist die Zahl von Wärmeeinheiten,

welche bei der chemischen Verbindung von einem Aequivalent des einen Stoffes mit einem Aequivalent des anderen Stoffes frei wird, wobei das Aequivalent des Wasserstoffs als Einheit genommen zu werden pflegt.

Die Wärmemenge, welche dazu gehört, ein Gramm Wasser von 0° um 1° C. zu erwärmen, nennt man eine Calorie oder Wärmeeinheit. Erfahrungsgemäss werden durch die chemische Verbindung von 1 Gramm Eisen mit Sauerstoff 1181 Wärmeeinheiten entwickelt, ebenso durch die von 1 Gramm Kupfer 600 Wärmeeinheiten; da nun die Aequivalentzahl des Eisens mit Beziehung auf Wasserstoff als Einheit 28,087, und die des Kupfers 31,699 ist, so ist das calorische Aequivalent des Eisens 33170,747 und das des Kupfers 19019,4 (des Eisenoxyds und des Kupferoxyds), nämlich $28,087 \times 1181 = 33170,747$ und $31,699 \times 600 = 19019,4$.

Die Angaben über die calorischen Aequivalente stimmen nur im Grossen und Ganzen überein, da die Resultate über die entwickelten Wärmeeinheiten bei der Verbindung von 1 Gramm des einen Stoffes mit dem entsprechenden Quantum des anderen nicht vollständig übereinstimmen. Es fand z. B. Joule für Zink und Sauerstoff die Verbrennungswärme 1185 und Andrews 1301, folglich würde das calorische Aequivalent des Zinkoxyds, da die Aequivalentzahl des Zinks 32,579 ist, nach dem ersten Ergebnisse 38606 und nach dem zweiten 42385 sein. Favre und Silbermann geben dafür 41955.

Aequivalent, chemisches, ist die Zahl, welche das Gewichtsverhältniss angiebt, in welchem sich die einfachen Stoffe (s. Art. Element) chemisch verbinden, wobei man entweder den Sauerstoff oder den Wasserstoff als Gewichtseinheit annimmt. Diese Zahlen geben dann zugleich an, in welchem Verhältnisse sich die Stoffe nicht blos mit Sauerstoff oder Wasserstoff, sondern auch unter einander verbinden. Statt chemisches Aequivalent sagt man wohl auch Atomgewicht, oder Mischungsgewicht, oder chemische Verhältnisszahl. Für Wasserstoff als Einheit sind die chemischen Aequivalente der einfachen Stoffe folgende:

Aluminium	13,694	Chlor	35,517
Antimon	129,239	Chrom	26,352
Arsen	75,224	Didym	49,600
Barium	68,533	Eisen	28,087
Beryllium	6,981	Erbium	?
Blei	103,738	Fluor	18,865
Boron	10,914	Gold	196,982
Brom	80,098	Indium	98,724
Cadmium	55,831	Jod	127,082
Cäsium	133,000	Iridium	?
Calcium	20,164	Kalium	39,171
Cerium	47,264	Kobalt	29,536

Kohlenstoff	6,019	Schwefel	16,086
Kupfer	31,699	Selen	39,686
Lanthan	47,040	Silber	108,146
Lithium	6,543	Silicium	22,258
Magnesium	12,671	Stickstoff	14,027
Mangan	27,619	Strontium	43,744
Molybdän	47,764	Tantal	92,016
Natrium	23,215	Tellur	64,244
Nickel	29,594	Terbium	?
Niobium	?	Thorium	59,604
Norium	?	Titan	24,158
Osmium	99,569	Uran	59,525
Palladium	53,323	Vanadium	68,661
Phosphor	31,414	Wasserstoff	1,000
Platin	98,724	Wismuth	106,600
Quecksilber	100,026	Wolfram	95,221
Rhodium	52,240	Yttrium	?
Rubidium	?	Zink	32,579
Ruthenium	52,163	Zinn	58,918
Sauerstoff	8,000	Zirkonium	33,632

Aequivalent, endosmotisches, s. Art. Endosmose.

Aequivalent, mechanisches, der Wärmeeinheit ist die Arbeit, welche einer Wärmeeinheit (s. Aequivalent, calorisches) entspricht; und beträgt nach zahlreichen Versuchen (423,55) nahe 424 Meterkilogramme, wenn man bei der Wärmeeinheit ein Kilogramm Wasser zu Grunde legt, oder 0,424 Meterkilogramme bei nur einem Gramme.

Mayer in Heilbronn hat zuerst 1842 darauf hingewiesen, dass zwischen mechanischer Arbeit und Wärme ein Zusammenhang sein müsse, so dass eine bestimmte Arbeitsgrösse eine bestimmte Menge Wärme erzeuge und umgekehrt. Um die Ermittelung dieses Verhältnisses hat sich namentlich Joule verdient gemacht.

Aequivalent, thermisches, der Arbeitseinheit ist die Anzahl von Wärmeeinheiten, welche einer Arbeitseinheit entsprechen, und beträgt (s. vorigen Art.), wenn man die Wärmeeinheit auf 1 Kilogramm Wasser bezieht, $^1/_{424}$ Wärmeeinheiten für ein Meterkilogramm, oder $^1/_{0,424} = {}^{1000}/_{424} = 2,358$ Wärmeeinheiten, denen ein Gramm Wasser zu Grunde liegt.

Aequivalentvolumen ist die Zahl, welche das Raumverhältniss angiebt, nach welchem sich die einfachen Stoffe chemisch verbinden. Man erhält die betreffenden Zahlen, wenn man die chemischen Aequivalente durch ihre specifischen Gewichte dividirt (s. Art. Aequivalent, chemisches).

Kopp hat zuerst sich mit dem Aequivalentvolumen beschäftigt, nannte es aber specifisches Volumen.

Aërodynamik ist die Lehre von den Bewegungsgesetzen luftförmiger Flüssigkeiten. Im Allgemeinen gelten für luftförmige Flüssigkeiten dieselben Gesetze wie für tropfbarflüssige. Das Nähere im Art. Ausfluss. B.

Aërolith, s. Art. Feuerkugel.

Aërometrie nannte Wolff 1709 die Lehre von dem Gleichgewicht und der Bewegung luftförmiger Körper, also Aërostatik und Aërodynamik zusammen.

Aëronautik ist die Luftschifffahrtskunde, s. Art. Luftballon und Luftschifffahrt.

Aërostat oder Luftballon, s. Art. Luftballon.

Aërostatik ist die Lehre von dem Gleichgewichte luftförmiger Körper, s. Art. Atmosphäre und Hydrostatik. F.

Aether oder Himmelsluft ist ein allgemeines Princip, nämlich eine hypothetische elastische Flüssigkeit von unendlicher Feinheit, welche den ganzen Weltraum erfüllen und in allen Körpern enthalten sein soll. Für das Vorhandensein eines solchen Stoffes ist von dem berliner Astronomen Encke die Thatsache angeführt, dass der nach demselben benannte Komet seine Umlaufszeit verkürzt, indem derselbe durch den Widerstand des Aethers eine Annäherung an die Sonne erfahre, folglich nach dem Kepler'schen Gesetze die Umlaufszeit kleiner werde. Schlagender spricht für die Existenz des Aethers, dass sich aus seiner Annahme die Fortpflanzung des Lichtes durch den Weltenraum und alle an den Körpern auftretenden Lichtphänomene erklären lassen (s. Art. Undulationshypothese). Dass bei der Wärme, der Electricität und dem Magnetismus ebenfalls auf den Aether zurückzugehen ist, ist mehr als wahrscheinlich.

Aethrioskop, ein Instrument zur Ermittelung der von der Erde gegen den Himmelsraum stattfindenden Ausstrahlung. In dem Brennpunkte eines kleinen, etwa 4 Zoll im Durchmesser haltenden, parabolischen Spiegels steht die geschwärzte Kugel eines empfindlichen Thermometers, während der Spiegel aufwärts gegen den Himmel gerichtet ist. Verdeckt man den Spiegel, so zeigt das Thermometer die Temperatur der umgebenden Luft; ist dies eingetreten, so steigt oder fällt die Temperatur des Thermometers bei Wegnahme des Deckels mehr oder weniger. Je grösser die Heiterkeit des Himmels ist, ein desto grösseres Sinken der Temperatur stellt sich ein, während man bei bewölktem Himmel öfters ein Steigen beobachtet. Derartige Beobachtungen machte Leslie bereits mit seinem Differentialthermometer, auch eignet sich der Thermomultiplicator Melloni's besonders dazu. Die Einrichtung mit dem Spiegel rührt von Murray her.

Aetiologie bedeutet ursächliche Begründung, also Erklärung.

Agens bedeutet wirkende Ursache oder bewegende Kraft und alles, was sich in solcher Weise ansehen lässt. In der Mehrheit sagt man Agentien.

Aggregat ist jedes aus aneinanderhaftenden Körpern bestehendes Gebilde.

Aggregatsformen oder **Aggregatzustände** sind die Formen oder

Zustände, in welchen die Körper je nach der Stärke des Zusammenhanges ihrer Theile auftreten. Die Körper sind nämlich entweder *fest* oder *flüssig*, und diese wieder *tropfbarflüssig* oder *luftförmigflüssig*. Tropfbarflüssige Körper nennt man wohl auch schlechthin *flüssige* und luftförmigflüssige ebenso schlechthin *luftförmige* oder *expansible*.

Bei den *festen* Körpern hängen die Massentheilchen so innig zusammen, dass ein gewisser Kraftaufwand erforderlich ist, um sie von einander zu trennen, weshalb sie auch eine selbständige Gestalt haben und zu ihrer Fortschaffung kein besonderes Gefäss nöthig ist.

Tropfbarflüssige Körper nehmen in kleinen Massen Kugelgestalt an, d. h. sie bilden Tropfen; in grösseren Massen sind ihre Theilchen leicht verschiebbar, weshalb man zu ihrer Fortschaffung ein Gefäss anwenden muss, welches jedoch oben offen sein kann. Aus demselben Grunde geht ihnen eine selbständige Gestalt ab, die vielmehr von dem Gefässe bedingt wird, in welchem sie sich befinden und dessen unteren Raum sie anfüllen.

Luftförmigflüssige Körper machen eine gewisse Kraft erforderlich, um ihre Theilchen zusammenzuhalten; sie bestreben sich stets einen grösseren Raum einzunehmen und füllen den ihnen dargebotenen ganz aus, weshalb sie auch nur in einem von allen Seiten verschlossenen Gefässe fortgeschafft werden können.

Fragen wir nach der Ursache des verschiedenen Auftretens der Körper dem Aggregatzustande nach, so bleibt uns nichts übrig, als besondere Kräfte anzunehmen. Man schreibt daher das innige Zusammenhalten der Theile fester Körper — ihre *Cohäsion* — einer besonderen Anziehungskraft der Atome zu einander zu und nennt dieselbe *Cohäsionskraft*. Ebenso macht das Bestreben der luftförmigen Körper, stets einen grösseren Raum einzunehmen — ihre *Expansion* —, die Annahme einer besonderen Abstossungskraft, die man *Expansivkraft* nennt, nöthig. In dem einen Körper ist jedoch nicht etwa nur die eine und in einem andern nur die andere Kraft vorhanden, sondern beide werden wir stets in jedem Körper annehmen müssen, wie schon daraus hervorgeht, dass derselbe Körper, z. B. Wasser, in den verschiedenen Aggregatzuständen auftreten kann. Wir werden also bei den festen Körpern der Cohäsionskraft ein Uebergewicht über die Expansivkraft und umgekehrt bei den luftförmigen der Expansivkraft ein solches über die Cohäsionskraft zuschreiben müssen. Ständen nun die tropfbarflüssigen Körper genau in der Mitte zwischen den festen und luftförmigflüssigen, so müssten wir bei ihnen weder eine Spur von Cohäsionskraft, noch von Expansivkraft finden. Solche Körper giebt es jedoch nicht; die Tropfenbildung zeigt uns vielmehr, dass bei den tropfbarflüssigen Körpern noch ein Uebergewicht der Cohäsionskraft vorhanden ist.

Eine grosse Anzahl von Körpern können wir in allen drei Aggregat-

zuständen darstellen. Diese Aggregatsänderungen geschehen namentlich durch Aenderungen der Temperatur und des Druckes. Das Nähere im Art. Wärme; hier nur das Eine, dass bei hinlänglicher Temperaturerhöhung ein fester Körper tropfbarflüssig und ein tropfbarflüssiger luftförmigflüssig, hingegen bei hinlänglicher Temperaturerniedrigung ein luftförmigflüssiger Körper tropfbarflüssig und ein tropfbarflüssiger fest wird, und dass, sofern keine chemischen Aenderungen eintreten, jeder Körper in die drei Aggregatzustände dürfte versetzt werden können.

Boutigny hat von dem Leidenfrost'schen Phänomen Veranlassung genommen, noch einen vierten Aggregatzustand aufzustellen, welchen er den sphäroidalen nennt, worüber das Nähere der Art. Leidenfrost'sches Phänomen enthält. Bereits im Alterthume unterschied man die Aggregatzustände und stellte deren vier auf, jedoch unter dem Namen der Elemente: Erde, Wasser, Luft und Feuer, indem durch Erde alles Feste, durch Wasser alles Flüssige und durch Luft alles Luftförmigflüssige bezeichnet wurde, während Feuer das unbekannte, schwerlose Agens bedeutete, welches der Wärme und dem Lichte zu Grunde liegen sollte, und das demnach auch den Magnetismus und die Electricität bedingen würde. — Statt fest sagt man vielleicht besser starr.

Agioskop ist ein Apparat zur Darstellung von Nebelbildern. S. Art. Camera obscura.

Aktine oder **Actine** ein von J. F. W. Herschel eingeführter Begriff, unter welchem die Intensität der Sonnenstrahlung verstanden wird. Als Einheit gelten die Strahlen, welche bei senkrechtem Einfallen ausreichen würden, in einer Minute mittlerer Zeit eine Eisschicht von der Dicke eines Millionstel eines Meters zu schmelzen.

Aktinograph ist ein Instrument, die Stärke der Helligkeit des Himmels zu messen nach der Färbung sensitiven Papiers.

Aktinometer, das, oder **Actinometer** ist ein Strahlenmesser zur Bestimmung der Aktine (s. d. Art.). Das von Herschel zum Messen der erwärmenden Kraft der Sonnenstrahlen construirte Aktinometer ist im Wesentlichen ein Thermometer mit einem sehr grossen Gefässe, so dass durch eine geringe Temperaturveränderung eine sehr bedeutende Veränderung in dem Stande der Flüssigkeit (schwefelsaures Kupferammoniak?) herbeigeführt wird. Die Eintheilung ist beliebig. (Vergl. Kämtz, Meteorologie. III. S. 15.) Pouillet hat mit einem anderen Aktinometer, welches aus einem mit Schwanenflaumen gefüllten Behälter und aus einem empfindlichen Thermometer, dessen Kugel auf der obersten Flaumschicht liegt, bestand, die Zenithaltemperatur zu bestimmen gesucht, indem er den Apparat während der Nacht der Strahlung des Himmels aussetzte. (Vergl. Poggendorff's Annalen. XLV. S. 489.) Edmund Becquerel bediente sich eines electrochemischen Aktinometers zur Untersuchung der electrischen Wirkung der chemischen Strahlen des Lichtes. Es kommt dabei namentlich auf den electrischen

Strom an, welchen jodirte, den farbigen Strahlen des Spectrums ausgesetzte Silberplatten erzeugen. (Vergl. Poggend. Annal. LV. S. 588 ff.)

Akumeter ein von Ittard angegebenes Instrument zur Ermittelung des Grades der Leicht- oder Schwerhörigkeit verschiedener Personen. Es besteht im Wesentlichen aus einem kupfernen Ringe, gegen welchen man eine pendelartig aufgehängte Metallkugel schlagen lässt, und nun bestimmt man, in welchem Abstande und bei welcher Tonstärke, die durch den Ausschlagswinkel des Pendels bedingt wird, die Grenze der Gehörwahrnehmung eintritt.

Akustik, die Lehre von den Erscheinungen, welche man mittelst des Gehörsinnes wahrnimmt, also die Schalllehre. S. Art. Schall und Ton. — Sauveur hat das Wort zuerst gebraucht.

Akustikon, soviel als Hörrohr.

Albinos, s. Kakerlaken.

Alcaraza, ein nicht glasirtes, aber im Feuer gebranntes Thongefäss, um Trinkwasser frisch zu erhalten. Da das Gefäss porös ist, so schwitzt ein Theil des in demselben befindlichen Wassers durch, und indem dies an der Aussenfläche verdunstet, wird — namentlich wenn das Gefäss der Zugluft ausgesetzt ist — eine grosse Menge Wärme gebunden und dadurch dem Gefässe entzogen. Das in dem Gefässe enthaltene Wasser bleibt somit kühl.

Alethoskop, ein Guckkasten, welcher eine einzige Zeichnung perspectivisch zeigt. Es beruht die Wirkung darauf, dass die Zeichnung innerhalb der Brennweite des convexen Glases nicht als Ebene, sondern gekrümmt und zwar mit der hohlen Seite gegen das Glas gekehrt aufgestellt wird, so dass die einzelnen Punkte derselben in verschiedenem Abstande von dem Glase stehen, und daher auch die denselben entsprechenden Stellen in dem Bilde in verschiedenen Entfernungen liegen. Die Stellen, welche am weitesten im Bilde zurücktreten sollen, müssen dem Brennpunkte des Glases am nächsten liegen. Vergl. Guckkasten.

Alhidade oder Abselineal ist ein um den Mittelpunkt eines Kreises oder Kreisbogens drehbares, an Winkelmessinstrumenten angebrachtes Lineal zum Ablesen eines Kreisbogens. Bei Repetitionskreisen nennt man wohl auch den inneren Kreis die Alhidade. Das Wort stammt aus dem Arabischen.

Alkalimeter, s. Laugenprobe.

Alkoholometer, das, ist ein Instrument zur Bestimmung des Alkoholgehaltes im Spiritus und gehört zu den Aräometern (s. Art. Aräometer). Es giebt der Alkoholometer mehrere. Die in Deutschland bekanntesten sind das von Tralles (1811) und das von Richter, von denen jenes angiebt, wieviel reiner Alkohol bei einer Sorte Spiritus in 100 Raumtheilen, dieses in 100 Gewichtstheilen enthalten ist. Jenes giebt also Volumenprocente, dieses Gewichtsprocente an. Beide In-

strumente sind von Glas und der Form nach gleich, wie Figur solche darstellt; beide tauchen in absolutem Alkohol fast ganz ein und werden an der betreffenden Stelle mit 100 bezeichnet; ebenso ragt bei beiden, sobald sie auf destillirtes Wasser gebracht werden, fast die ganze dünne Röhre (*a c*) über die Oberfläche. Die Stelle, bis zu welcher die Instrumente im letzteren Falle eintauchen, giebt den Nullpunkt der Scala. Der Abstand zwischen 0 und 100 ist nicht in gleiche Theile eingetheilt, da Wasser und Alkohol sich chemisch mischen, wie man daraus sieht, dass 1 Quart Wasser und 1 Quart Alkohol nach der Mischung nicht 2 Quart geben, und dass bei der Vermischung eine Erwärmung eintritt; sondern die einzelnen Theilpunkte sind durch besondere Mischungen ermittelt worden. Tralles mischte 99 Raumtheile absoluten Alkohols mit 1 Raumtheile destillirten Wassers und ermittelte dann den Punkt 99; ebenso erhielt er durch ein Gemisch aus 98 Raumtheilen Alkohols und 2 Raumtheilen Wassers den Punkt 98 u. s. f.; Richter verfuhr ebenso, nur dass er die Mischung nach Gewichtstheilen vornahm. Als Normaltemperatur für die Grade gilt die Temperatur von $12^4/_9$ ⁰ Réaumur. Da nun nicht leicht bei einer Bestimmung die Temperatur des vorliegenden Spiritus die normalmässige ist, so war bisher in dem unteren, weiteren Theile des Instrumentes (*a b*) ein Thermometer angebracht, welches mit einer Eintheilung versehen war, aus der man sofort erkannte, um wieviel Grade nach Richter die Angabe des Instrumentes von der bei der Normaltemperatur abwich. War die Temperatur des Spiritus zu hoch, so zeigte das Instrument einen zu hohen Gehalt, im umgekehrten Falle einen zu niedrigen, da durch Erwärmung der Spiritus ausgedehnt, mithin leichter wird und also bei einer höheren Temperatur das Instrument tiefer eintaucht, als es bei der Normaltemperatur sein würde, weil die verdrängte Spiritusmenge stets ebensoviel, wie das ganze Instrument wiegen muss. Das Umgekehrte tritt bei einer zu niedrigen Temperatur ein. In neuester Zeit ist es in Preussen nicht mehr gestattet, sich solcher Alkoholometer zu bedienen, sondern jedes Instrument muss die normalmässige Eintheilung nach Tralles führen und ausserdem muss durch ein geaichtes Thermometer die jedesmalige Temperatur bestimmt werden, worauf aus der scheinbaren d. h. aus der am Instrumente unmittelbar abgelesenen Spiritusstärke die wahre Spiritusstärke mittelst einer besonderen Tabelle, deren Richtigkeit durch Stempelung garantirt ist, gefunden wird. Um von dieser Tabelle eine Idee zu geben, folgt hier dieselbe für die scheinbare Spiritusstärke von 80 nach Tralles. Zeigt bei einer Messung das Instrument 80 an, so ist der wahre Gehalt bei folgenden Temperaturen nach Réaumur der folgende:



Bei —10	—9	—8	—7	—6	—5	—4	—3	—2	—1	—0	+1
87,5	87,2	86,9	86,6	86,3	86,0	85,7	85,3	85,0	84,7	84,4	84,1
bei + 2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
83,8	83,4	83,1	82,7	82,4	82,0	81,6	81,2	80,9	80,5	80,2	79,8
bei +14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
79,4	79,1	78,7	78,3	77,9	77,5	77,2	76,8	76,4	76,0	75,5	75,1

Das in Frankreich gebräuchliche Centesimal-Alkoholometer giebt, wie das Instrument von Tralles, den Alkoholgehalt nach Volumenprocenten, aber für die Normaltemperatur von 15° C. = 12° R. an.

Dem im Oesterreichischen gebräuchlichen Meissner'schen Alkoholometer liegt die Normaltemperatur 14° R. zu Grunde. Die Scala ist doppelt, nämlich die eine für Volumenprocente, die andere für Gewichtsprocente.

In England bedient man sich gewöhnlich des Hydrometers (s. Art. Hydrometer) als Alkoholometer.

Zu den Alkoholometern gehört auch die sogenannte Branntweinprobe oder Branntweinwaage, welche nichts weiter ist als ein Alkoholometer mit einer Scala, die nicht bis 100 reicht.

Alkoholometrie bezeichnet die Prüfung des Spiritus auf den Gehalt an Alkohol.

Alpenglühen, ein in der Schweiz an den Spitzen der Alpen oft in der Abenddämmerung eintretendes Phänomen, welches Kämtz (Meteorologie. III. S. 62) folgendermassen beschreibt. Kurze Zeit nach dem Untergange der Sonne erscheinen die Bergspitzen geröthet, diese Röthung wird dunkler und dunkler, bis sie, wenn die Bergspitzen in den Erdschatten kommen, plötzlich verschwindet. Die Gletscher zeigen sich dann in einer grau-blauen Farbe. Zuweilen geschieht es, dass nach einiger Zeit sich eine zweite Röthung zeigt, die aber nicht so intensiv ist und nicht so lange dauert, als die erste. Dieses Phänomen zeigt sich besonders dann sehr schön, wenn am westlichen Horizont lockere *Cumuli* oder *Cirrocumuli* (s. Art. Wolken) stehen; dann haben die nackten Felsen ganz das Ansehen rothglühender Eisenmassen. Das Phänomen hängt mit der Färbung der Wolken zusammen und das Roth, welches sich einige Zeit nach dem Verschwinden des ersten zeigt, rührt unstreitig von einer Reflexion der Lichtstrahlen von der Atmosphäre her. S. Nachglühen.

Alternirend, abwechselnd, z. B. alternirende Winde, wenn an demselben Orte zu Zeiten der eine, zu anderen Zeiten der andere Passatwind weht, oder wenn derselbe Ort während eines Theiles des Jahres unter dem einen Passatwinde liegt, in der anderen Zeit aber in den die Passate einschliessenden Winden.

Amalgam, das, heisst jede Verbindung des Quecksilbers mit einem anderen Metalle. In physikalischer Beziehung ist das Zinnamalgam, mit welchem die Glasspiegel belegt sind, und das Amalgam für

Reibzeuge an Electrisirmaschinen zu erwähnen. Die sogenannte Spiegelfolie besteht aus Zinn und Quecksilber und zwar bedient man sich der unter dem Namen Stanniol bekannten dünngewalzten Zinnplatten. Man breitet die Stanniolplatte auf einer horizontalen Platte, die vom Quecksilber nicht angegriffen wird, aus, überspritzt sie mit Quecksilber, schiebt hierauf die sorgfältig gereinigte Glasscheibe auf, so dass sie allenthalben genau mit dem Quecksilber in Berührung kommt ohne das Stanniol zu verletzen, und presst dann die Glasscheibe gegen die Stanniolplatte. Grössere Spiegelscheiben lässt man gewöhnlich einen Tag lang unter dem Drucke; kleinere aber, z. B. für Sextanten bestimmte, kann man sofort aus der Presse nehmen, muss dann jedoch die mit Folie versehene Seite auf eine zweite Stanniolplatte legen und diese anpressen. Die so erhaltene Spiegelbelegung zeichnet sich durch Dauerhaftigkeit aus.

Das Amalgam für Reibzeuge besteht aus Zinn, Zink und Quecksilber. Das Kienmayer'sche Amalgam aus 1 Theil Zinn, 1 Theil Zink und 2 Theilen Quecksilber hat sich als das beste erwiesen. Man schmilzt in einem hessischen Tiegel zuerst das Zink, setzt dann bei gemässigtem Feuer das Zinn hinzu und dann das vorher bereits erwärmte Quecksilber in kleineren Portionen und unter stetem Umrühren mit einem Eisenstabe, nachdem man den Tiegel bereits vom Feuer genommen hat. Die gehörig durchgerührte Masse giesst man hierauf langsam in Wasser, und die dadurch gewonnene körnige Masse wird dann auf Papier mit einem Hammer fein gerieben. Das Pulver verwahrt man zum Gebrauche in einem gut verschlossenen Glase, um die Oxydation zu verhindern. Beim Auftragen des Amalgams auf das Reibzeug schabt man zunächst die Reste des alten Auftrages ab, bestreicht das Leder mit etwas Schweinefett und streicht hierauf mittelst eines Messers oder mit dem Daumen das Amalgam möglichst gleichmässig auf. — Mayer hat ein Amalgam aus 1 Theil Zinn, 1 Theil Zink und 3 bis 4 Theilen Quecksilber empfohlen; Singer ebenso aus 2 Theilen Zinn, 4 Theilen Zink und 7 Theilen Quecksilber.

Amalgamation oder Amalgamirung ist der zur Herstellung eines Amalgams einzuschlagende Prozess. Bei galvanischen Apparaten mit Zinkplatten erhöht man die Wirkung durch Amalgamation derselben. Neue Zinkplatten werden in der Weise amalgamirt, dass man etwas verdünnte Schwefelsäure oder Salzsäure und Quecksilber in eine Tasse thut und mittelst eines an einem Stäbchen befestigten Leinwandläppchens die Platten mit der Flüssigkeit bestreicht. Sollen bereits gebrauchte Zinkplatten frisch amalgamirt werden, so giesst man in die gewöhnliche Ladungsflüssigkeit etwas Quecksilber und stellt die einzelnen Platten hinein.

Amaurose bedeutet den schwarzen Staar. S. Art. Staar.

Amblyopie, Trübsichtigkeit, ist eine Augenschwäche, in

deren Folge die erst klar gesehenen Gegenstände wie verschleiert erscheinen.

Amboss, ein Gehörknöchelchen. S. Art. Ohr.

Amorph, gestaltlos, drückt den Gegensatz von krystallisirt aus. Derselbe Stoff tritt häufig in beiden Zuständen des Starren auf; sehr viele kennen wir aber nur amorph. Die amorphen Körper bilden eine gleichartige Masse, zeigen stets nur einfache Strahlenbrechung und entstehen durch Verglasung oder Gerinnung. Kieselsäure giebt krystallisirt den Quarz, amorph den Opal; Kohlenstoff tritt krystallisirt auf als Diamant und amorph als Graphit; gewöhnliches Glas ist amorph, aber krystallisirt bildet es das Réaumur'sche Porcellan.

Ampère'sches Gestell ist ein Apparat zum experimentellen Nachweise der Wirkung electrischer Ströme auf einander. S. Electrodynamik. A.

Ampère's Gesetz oder Regel, s. Electrodynamik. B.

Amplitude ist die gemessene Grösse des Bogens einer Oscillation. S. Pendel und Wellenbewegung.

Ampulle nennt man die blasenartige Anschwellung am Ende der halbkreisförmigen Kanäle in dem Labyrinthe des Ohres. S. Ohr.

Anakamptik bedeutet soviel wie Katoptrik (s. d. Art.).

Anaklastik bedeutet soviel wie Dioptrik (s. d. Art.).

Analiseur oder Zerleger, eine Vorrichtung an den Polarisationsapparaten, durch welche das von dem Polarisator kommende Licht als polarisirtes nachgewiesen werden soll. S. Art. Polarisationsapparat.

Anamorphose bedeutet eigentlich jede Umbildung oder Formveränderung; in der Physik versteht man namentlich darunter Zerrbilder, die unter bestimmten Bedingungen das Bild eines Gegenstandes in seinen natürlichen Verhältnissen geben. Man unterscheidet optische, katoptrische und dioptrische Anamorphosen. Bei den optischen Anamorphosen erhält man das wahre Bild einfach durch den bestimmten Standpunkt des Auges. Ein Bild, welches z. B. bei senkrechter Stellung zur Bildfläche eine langgestreckte Figur darstellt, giebt die Figur umsomehr verkürzt, je kleiner der Winkel wird, welchen die von dem Bilde nach dem Auge gezogenen Linien mit der Bildfläche bilden. Gemälde an den Decken hoher Säle, z. B. in Theatern, erscheinen nur von einem bestimmten Standpunkte aus in den richtigen Verhältnissen. Katoptrische Anamorphosen pflegt man besonders für Kegel- und Cylinderspiegel zu entwerfen, worüber das Nähere in den beiden Artikeln zu finden ist. Dioptrische Anamorphosen sind so berechnet, dass sie, durch ein vieleckiges geschliffenes Glas besehen, das Bild in seiner wahren Gestalt liefern. Zu den optischen Anamorphosen gehören auch die Bilder für das Anorthoskop (s. d. Art.).

Anatomischer Heber, s. Heber, anatomischer.

Android, s. Automat.

Anelectrische Körper nannte man früher die electrischen Leiter, weil man glaubte, dass sie durch Reibung nicht electrisch gemacht werden könnten. Die Nichtleiter, welche man allein mit diesem Vermögen begabt ansah, nannte man im Gegensatze hierzu idioelectrische Körper.

Anemobarometer heisst ein Apparat zur Messung der Geschwindigkeit einer Luftströmung. S. Anemoskop.

Anemochord, das, ein musikalisches Instrument, bei welchem Saiten durch einen künstlichen Luftstrom nach Willkür zum Tönen gebracht werden, so dass man Musikstücke vortragen kann, was bei der Aeolsharfe (s. d. Art.) nicht möglich ist. Die schwierige Aufgabe haben zuerst 1790 Schnell und Tschenki, dann 1841 Isoard zu lösen gesucht. Der künstliche Luftstrom wurde bei jenen durch einen Blasebalg mit Windlade erzeugt; von der Windlade gingen nach den einzelnen Saitengruppen, von denen jede aus 4 gleichgestimmten Saiten bestand, besondere Röhren, welche durch Klappen geöffnet und geschlossen werden konnten und so gerichtet waren, dass der Luftstrom die Saiten von der Seite bestrich; die Klappen wurden durch Klaviertasten dirigirt und ausserdem war noch ein complicirter Apparat, im Wesentlichen aus einem über die Saiten weggehenden Bande ohne Ende bestehend, vorhanden, welcher die Saiten, wenn sie tönen sollten, in Schwingungen brachte. Isoard leitete die Schwingungen durch Hämmer ein und den Strom liess er nicht aus Röhren, sondern aus Spalten austreten, welche er den Saiten mehr oder weniger nähern konnte. Das Instrument ist wegen seiner Unvollkommenheit nie recht zur Anerkennung gekommen.

Anemograph, der, ein selbst registrirendes Instrument zur Beobachtung des Windes. S. Anemoskop.

Anemometer, das, ein Apparat zum Messen der Windstärke. S. Anemoskop.

Anemometrograph, der, s. Anemograph.

Anemoskop, das, ein Instrument zur Beobachtung der Windrichtung, also Windfahne oder Wetterfahne. In Betreff dieses bekannten Apparates bemerken wir nur, dass der Schwerpunkt der drehbaren Fahnenfläche in der verticalstehenden Drehaxe liegen muss, weshalb man der Stossebene entgegengesetzt ein Gegengewicht anzubringen hat, und dass die hinlänglich starke Stange genau lothrecht stehen muss.

Um die Schwankungen der Windfahne zu vermeiden, hat man statt einer Stossebene zwei unter 45 Grad zu einander gestellte angebracht, wo dann die Windrichtung mit der Halbirungslinie des Winkels zusammenfällt. Diese Vorrichtung empfiehlt sich jedoch eigentlich nur bei Fahnen, welche in das Innere von Gebäuden mit ihrer Stange herab-

reichen und dort an einer Windrose durch einen besonderen Zeiger die Windrichtung angeben. Es versteht sich von selbst, dass im letzteren Falle die Stossflächen an der Fahnenstange fest sind und diese selbst drehbar ist.

Um die Geschwindigkeit des Windes zu bestimmen, beobachtet man gewöhnlich seine Wirkung auf Bäume. Man bezeichnet die Geschwindigkeit eines Windes mit 1, wenn er die Blätter der Bäume bewegt, in welchem Falle die Geschwindigkeit höchstens 10 Fuss in einer Secunde beträgt; mit 2, wenn er kleine Aeste in Bewegung setzt, wo die Geschwindigkeit höchstens 20 bis 24 Fuss ist; mit 3, wenn er starke Aeste bewegt, was bei einer Geschwindigkeit von 30 bis 40 Fuss geschieht; mit 4, wenn er Aeste zerbricht und Bäume umwirft, wo die Geschwindigkeit auf 50 bis 60 Fuss steigt, und mit 5 bei einem Orkane, dessen Geschwindigkeit auf 120 Fuss geschätzt wird. Zu genauerer Bestimmung der Geschwindigkeit hat man jedoch besondere Instrumente construirt, die man Anemometer nennt. Die Principien, welche ihrer Construction zu Grunde liegen, sind sehr mannigfaltig. Bouguer hat das Princip der Federwaagen angewandt. Er lässt den Wind senkrecht gegen eine Fläche wirken, welche eine Feder zusammendrückt, und durch einen Zeiger erkennt man, wie weit dies geschehen ist. Hugh Hamel hat die Stossfläche an einem gelenkigen Parallelogramme angebracht und aus der Grösse der Winkel desselben schliesst man auf die Stärke des Windes. Leupold suchte die Stärke des Windes durch Gewichte zu bestimmen, indem er die Stossfläche an einem Hebel befestigte und durch an dem entgegengesetzten Hebelarme ziehende Gewichte in eine zur Windrichtung senkrechte Stellung brachte. Pickering ging davon aus, dass ein Pendel um so mehr aus seiner lothrechten Lage gedrängt wird, je stärker die Kraft ist, welche auf die an dem Pendel befestigte Stossfläche wirkt. Oertel, Herrmann, Dalberg haben dasselbe Princip benutzt, am vollkommensten G. G. Schmidt. Radvorrichtungen, die aus ihren Umdrehungen auf die Stärke des Windes einen Schluss gestatten, sind viele ausgeführt worden, z. B. von Lomonosow, Hirschmann, Dinglinger, Christ, Wolff, Schober, Pelisson, Leutmann. Die Ablenkung, welche ein fallender Körper durch die Einwirkung des Windes erleidet, hat Forbes zu benutzen versucht. Am zweckmässigsten dürfte der, auch zur Messung der Geschwindigkeit des fliessenden Wassers geeignete, Woltmann'sche Flügel sein, worüber Art. Flügel, Woltmann'scher, zu vergleichen ist.

Füllt man einen Glasheber, dessen Schenkel vertical stehen, von denen der eine aber an seiner Mündung horizontal umgebogen ist, in den verticalen Schenkeln mit Wasser und stellt die horizontal liegende Mündung der Windrichtung entgegen, so steigt das Wasser in dem anderen Schenkel um so mehr, je stärker die Kraft des Windes ist. Hier-

auf hat Hales zuerst aufmerksam gemacht und Lind gründete hierauf ein Anemobarometer genanntes Instrument, welches Wollaston durch Verwendung zweier Flüssigkeiten von verschiedener Dichte in seinem Differentialanemometer oder Differentialbarometer noch verbesserte.

Leupold schlug vor, dem Winde eine Pfeife entgegenzustellen, deren Höhe oder Tiefe des Tones die Geschwindigkeit des Windes erkennen lassen soll. Die Töne einer Aeolsharfe würden wohl auch dazu benutzt werden können.

Auf die Schnelligkeit des Trocknens, welche ein Luftstrom bewirkt, gründete Foster ein Anemometer, welches aus einem sechsseitigen Kasten bestand, in dessen Seiten mit Fliesspapier beklebte Löcher waren. Das Fliesspapier wird befeuchtet und dann beobachtet, wo dasselbe zuerst trocknet. Benetzte Thermometer hielt Brewster für besser; doch würden diese wie Psychrometer wirken (vergl. Art. Psychrometer).

Die bei verschiedenen Winden verschiedene Abkühlung benutzte Leslie in seinem Thermo-Anemometer, welches aus einem Alkoholthermometer mit einer wenigstens $^1/_2$ Zoll grossen Kugel besteht. Die Kugel wird durch die Hand bis auf einen bestimmten Grad erwärmt und dann die Abkühlungszeit beobachtet; darauf wird der Versuch unter der Einwirkung des zu messenden Luftstromes wiederholt.

Das Umständliche der Beobachtung bei den Anemometern hat Veranlassung zur Construction selbstregistrirender Instrumente gegeben, die man Anemographen oder Anemometrographen genannt hat. Die Apparate sind zum Theil sehr complicirter Natur und da sie fast durchweg an Genauigkeit und Zuverlässigkeit Manches zu wünschen übrig lassen, so mögen einige Notizen genügen.

Den ersten Anemographen soll Landriani in Mailand errichtet haben; indessen sind auch für Parrot den Aelteren Prioritätsansprüche geltend gemacht worden. Der Apparat gab nur die Windrichtungen an. Bei Traill's selbstregistrirendem Anemoskope (1830) wurde durch ein mit der drehbaren Fahnenstange in Verbindung stehendes Räderpaar ein Zeiger in Bewegung gesetzt, welcher auf einer Windrose aus Porcellan die Windrichtung in feinen Strichen verzeichnete. Ein sehr sinnreicher, aber auch sehr complicirter Apparat ist der von d'Ons-en-Bray; ein einfacherer rührt von Muncke her. Auf der Saline Dürrenberg wurde 1826 von Frank ein Anemograph aufgestellt, welcher auf dem Principe des Woltmann'schen Flügels beruhte. Whewell führte 1836 ein selbstregistrirendes Anemometer aus, welches im Wesentlichen aus einem kleinen Ventilator besteht, wie solche häufig in den Fenstern angebracht werden, der durch die Windfahne dem Winde entgegengestellt wird und mit einem Räderwerke versehen ist, durch welches ein Pinsel auf je 1000 Umdrehungen um $^1/_{20}$ Zoll

abwärts bewegt wird. Der Pinsel macht auf einem Cylinder Striche, welche in horizontaler Richtung die Drehung und in verticaler Richtung die Stärke des Windes angeben. Der von Osler 1834 ausgeführte Anemograph bewegt mittelst eines Getriebes an der drehbaren Fahnenstange einen Pinsel, der auf einem Papierstreifen, welcher in jeder Stunde um 1 Zoll fortgezogen wird und sich dabei aufwickelt, Linien zieht.

Aneroidbarometer, s. Art. Barometer gegen Ende.

Anfangsgeschwindigkeit ist die Geschwindigkeit beim Beginne einer bestimmten, z. B. einer verzögerten Bewegung.

Anhängung
Anhaftung } s. Adhäsion.

Anion, das, ist nach Faraday's Vorschlage die Bezeichnung für den Bestandtheil eines durch den electrischen Strom direct zerlegten Stoffes, welcher an der Anode ausgeschieden wird (s. Art. Anode). Der andere Bestandtheil an der Kathode soll Kation heissen und für beide wird der Name Ionen vorgeschlagen. Anion bedeutet das Hinaufgehende. — Wasserstoff und Sauerstoff sind die Ionen des Wassers als Electrolyt und zwar ist Sauerstoff das Anion und Wasserstoff das Kation.

Anisometrisches Krystallsystem, s. Krystallographie. A.

Anisotrop, s. Heterotrop.

Anker, ein Flüssigkeitsmass, gleich 30 Quart.

Anker des Magnets ist ein Stück weichen Eisens, welches an die beiden Pole der Hufeisenmagnete gelegt wird, so dass dadurch beide Pole geschlossen werden, um ihnen eine Last gemeinschaftlich zu tragen zu geben, oder auch nur um die magnetische Kraft zu erhalten oder wohl gar zu erhöhen.

Ankerhemmung, s. Uhr.

Anlassen des Stahls. Wenn man glühenden Stahl plötzlich in eine kalte Flüssigkeit, z. B. in Wasser, Oel oder Talg, taucht, so wird er sehr hart und spröde. Die Sprödigkeit nimmt man dem gehärteten Stahle zum Theil wieder durch das Anlassen, d. h. dadurch, dass man ihn wieder gelinde erwärmt und langsam erkalten lässt. Hierbei tritt je nach dem Grade der Erwärmung ein Farbenwechsel ein, an welchem der neue Härtegrad erkannt werden kann. Vollkommen hart ist der Stahl weiss und glashart; bei 220° C. blassgelb, bei 230° strohgelb, bei 240° goldgelb, bei 250° braun, bei 275° purpurfarbig, bei 285° hellblau, bei 290° vollblau, bei 315° dunkelblau. Je höher die Anlasstemperatur war, desto mehr verliert der Stahl an Härte.

Anlaufen oder beschlagen, s. Art. Dampf. **Anlaufen** des Stahles, s. Anlassen.

Annaglas ist Uranglas. S. Uranglas.

Anode, die, nennt Faraday den positiven Pol einer Volta'schen Säule, und dem entsprechend den negativen Pol die Kathode. Dieser Be-

zeichnung liegt eine Aufstellung der Säule in der Weise zu Grunde, dass der positive Strom in ihr die Richtung von West nach Ost hat. Denkt man sich dann einen aufwärts gebogenen Schliessungsdraht, so steigt der positive Strom von dem positiven Pole wie die Sonne im Osten auf und sinkt wieder nach dem negativen Pole herab wie die Sonne im Westen. Anode bedeutet einen aufwärts und Kathode einen abwärts führenden Weg.

Anomalie, d. h. Abweichung von der Regel.

Anomalie, thermische, nennt Dove den Unterschied der Temperatur eines Ortes von der mittleren Temperatur seiner Breite.

Anorthoskop, das, ist ein von Plateau erfundenes Instrument. Es besteht dasselbe im Wesentlichen darin, dass ein auf einer rotirenden Scheibe befindliches und nach der Rotations-Richtung hin verzerrtes, auf transparentem Papier gezeichnetes Bild (Anamorphose. Vergl. den Art.) dadurch wieder proportionirt gesehen wird, dass man gleichzeitig vor diesem Bilde eine andere mit einer oder mehreren Spalten versehene Scheibe nach der entgegengesetzten Richtung hin rotiren lässt.

Es beruhen diese Erscheinungen auf der Dauer des Lichteindrucks im Auge. Verzeichnet man auf einem Blatte Papier eine in gerader Linie liegende Reihe gleichweit abstehender Punkte und schiebt dann dicht über diesem Blatte ein anderes Blatt mit einer ausgeschnittenen Spalte von etwa 1 Zoll Länge und 1 Linie Breite hin und her, so dass die Spalte über die Punkte der Reihe nach hinweggleitet, so sieht man, wenn das punktirte Blatt in Ruhe bleibt, die Punkte bei langsamer Bewegung nacheinander, und wenn die Verschiebung so schnell erfolgt, dass die Zeit, welche die Spalte gebraucht, um über die ganze Punktreihe hinwegzugleiten, kleiner ist, als die Dauer des momentanen Lichteindrucks eines dieser Punkte, nebeneinander und zwar in ihrem wirklichen Abstande. Anders verhält es sich, wenn man beide Blätter gleichzeitig, in entgegengesetzter Richtung verschiebt, indem dann die Punkte je nach der Grösse der Geschwindigkeit einander näher rücken. Dies Letztere ist in Plateau's Anorthoskop zur Ausführung gebracht. Die Grösse der Verzerrung hängt von der Geschwindigkeit ab, mit welcher sich die beiden Scheiben in entgegengesetzter Richtung bewegen.

Ansatzröhre ist eine Röhre, welche eine Flüssigkeit aus einem Behälter in einen andern führt und ausgiesst.

Anthotypie, die, nennt John Herschel die Kunst, photographische Bilder auf Papier zu erzeugen, welches kurz vorher mit dem geistigen Extracte eines beliebigen Pflanzenfarbestoffes imprägnirt ist.

Anthrakometer nannte v. Humboldt das Eudiometer, welches er zur Bestimmung des Kohlensäuregehaltes der atmosphärischen Luft angegeben hat. Das jetzt nicht mehr gebräuchliche Instrument bestand aus einer eingetheilten, unten gekrümmten Glasröhre mit einer Kugel am umgebogenen Ende, in welcher die Absorption der Kohlensäure durch Kalkwasser oder Ammoniakflüssigkeit bewerkstelligt wurde.

Anti-Jupiter ist ein von Tavernier angegebener riesenmässiger Blitzableiter (s. Art. Blitzableiter).

Antipoden, s. Gegenfüssler.

Antrieb der Kraft wird von manchen Seiten bei einer durch eine constante Kraft erzeugten Bewegung das Product aus dieser Kraft und der Zeit, während welcher sie gewirkt hat, genannt. Es ist der Antrieb der Kraft in einer gewissen Zeit gleich dem Producte aus der bewegten Masse und der von derselben in dieser Zeit erlangten Endgeschwindigkeit.

Anwandlungen nannte Newton periodisch wechselnde Zustände, in denen sich die Lichttheilchen eines Lichtstrahles befinden sollten. Die Emissionstheorie nahm zu dieser Annahme ihre Zuflucht, nicht nur um besondere Ercheinungen der Reflexion und der Refraction zu erklären, sondern sah sich dazu schon genöthigt wegen des gleichzeitigen Eintritts von Reflexion, Refraction und Dispersion bei dem Uebergange eines Lichtstrahles in ein anderes durchsichtiges Mittel. (Vergl. Art. Farbenringe Newton's.) Es sollten namentlich die Lichtstrahlen die Eigenschaft besitzen, in gleichen periodisch wiederkehrenden Entfernungen bald leichter reflectirt, bald leichter durchgelassen werden zu können. Diese Geneigtheit (Anwandlung) zurückgeworfen zu werden oder durchzugehen, welche das Licht beim Eintritte in ein Mittel erlangen soll, wachse mit der Tiefe, in welche ein Lichttheilchen eingedrungen ist, bis zu einer bestimmten Grösse, nach welcher sie beim weiteren Eindringen in das Mittel wieder abnehme, ganz aufhöre und dann in die entgegengesetzte Anwandlung (Geneigtheit, Disposition) übergehe. Diese wachse wieder bis zu einer bestimmten Grenze, nehme sodann wieder ab und gehe abermals in die erste über. Hierbei sollen sich nicht alle Lichttheilchen, welche einen Strahl bilden, zugleich in derselben Anwandlung befinden. Der Raum, welchen ein Lichttheilchen zwischen der einen Anwandlung bis zur nächsten durchläuft, heisst der Zwischenraum oder das Intervall der Anwandlungen. Im Lateinischen drückt man Anwandlungen aus durch *vices*, im Englischen durch *fits*, im Französischen durch *accès*. Die Undulationstheorie hat das Entbehrliche dieser Annahme glänzend erwiesen.

Anziehung oder Attraction, s. Art. Abstossung. Newton nahm eine aller Materie eigenthümliche Anziehungskraft an und stellte das allgemeine Gesetz auf, dass sich dieselbe direct wie die Massen und indirect wie die Quadrate der Entfernungen verhalte. — Wegen der electrischen Anziehung s. Art. Electricität und ebenso wegen der magnetischen Art. Magnetismus.

Anziehungskraft, s. Anziehung.

Anzünden heisst das zum Beginne einer Verbrennung erforderliche Vorerwärmen.

Apertur ist die Oeffnung der Blendungen in optischen Apparaten (s. Art. Fernrohr), aber auch der nicht von der Fassung bedeckte

Theil von Gläsern, die an ihrem Rande eingefasst sind. S. Linsenglas.

Aphelium, Sonnenferne, ist die Stelle in der elliptischen Bahn eines Planeten, in welcher derselbe von der Sonne am weitesten absteht; der Gegensatz ist das Perihelium (Sonnennähe).

Aphlogistische oder flammenlose Lampe beruht auf der Eigenschaft des Platins, Gase bei einer niedrigeren Temperatur, als zu ihrer flammenden Verbrennung erforderlich ist, mit einander zu verbinden, so dass Platinblech oder Platindraht, einmal zum Glühen gebracht, glühend bleibt, das Gasgemisch aber nicht zum Flammen kommt. Es gelingt dies z. B. mit Aether oder Alkohol. Man gründete hierauf eine Nachtlampe; indessen bewährte sich dieselbe nicht wegen des unangenehmen Geruchs der dabei sich bildenden Lampensäure. Eine Anwendung s. im Art. Sicherheitslampe, Davy's. Vergl. Glühlämpchen.

Aphrometer, Schaummesser, ein nach dem Principe von Bourdon's Manometer oder des Aneroidbarometers construirtes Instrument zur Bestimmung des Druckes, welchen comprimirte Gase, z. B. die Kohlensäure in den Champagner- oder Sodawasserflaschen, ausüben. Das Manometer steht mit einem hohlen Bohrer in Verbindung, so dass, wenn der Bohrer den Pfropfen durchdrungen hat, das Gas in dasselbe eindringen kann.

Aplanatisch nennt man Combinationen von Linsengläsern, deren Krümmungen so bestimmt sind, dass neben der chromatischen die sphärische Abweichung fast vollständig gehoben wird. Ueber aplanatische Fernröhre vergl. Art. Fernrohr. Aplanatisch bedeutet „nicht täuschend". Die Berechnung solcher Linsenkrümmungen ist schwierig. Petzval in Wien hat für eine Verbindung von zwei Linsen als Objectivglas an photographischen Apparaten die Rechnung durchgeführt und dadurch die Anfertigung sehr guter Objective ermöglicht. Vergl. Linsenglas. F.

Apogäum, s. Erdferne.

Apparat bezeichnet jede Vorrichtung zur Anstellung von Versuchen, während ein Instrument ein Apparat für eine bestimmte Art von Erscheinungen ist. Die Luftpumpe ist ein Instrument, aber die verschiedenen Experimente mit derselben erfordern noch besondere Apparate. Thermometer, Fernröhre etc. sind Instrumente. Apparate sind oft aus Instrumenten zusammengesetzt. Dasselbe gilt auch von vielen Instrumenten, z. B. der Theodolit ist ein Instrument und an demselben ist ein Fernrohr und eine Libelle, die für sich selbst Instrumente sind.

Aptiren bedeutet Etwas in gehörigen Stand setzen, z. B. eine Uhr.

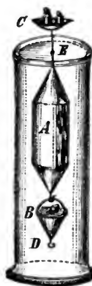
Aquilo und **Boreas** bezeichneten im Alterthume unsern Nord- oder Nordostwind.

Aräometer, das, auch Senkwaage oder Schwimmwaage,

auch Gravimeter oder Hydrometer genannt, ist ein Instrument zur Bestimmung des specifischen Gewichtes, das sich darauf gründet, dass die von einem schwimmenden Körper verdrängte Flüssigkeit soviel wiegt, wie der Körper selbst. S. Hydrostatik. E.

Man unterscheidet Gewichtsaräometer und Scalenaräometer. Jene werden mit Gewichten beschwert, bis sie zu einer markirten Stelle eintauchen. Experimentirt man mit demselben Instrumente in dieser Weise auf verschiedenen Flüssigkeiten, so erhält man in dem Gewichte des Instrumentes zusammen mit den jedesmal aufliegenden Gewichten das Gewicht gleicher Volumina der verschiedenen Flüssigkeiten und mithin die Data zur Bestimmung des Verhältnisses ihrer specifischen Gewichte, da sich die specifischen Gewichte wie die absoluten Gewichte bei gleichem Volumen verhalten. Diese sind mit einer Scala versehen, welche entweder das specifische Gewicht sofort angiebt, oder über den Gehalt der Flüssigkeit an bestimmten Stoffen Auskunft ertheilt, oder durch anderweitige Eintheilung den gewünschten Anhalt giebt. Sie gründen sich darauf, dass ein schwimmender Körper, dem oben angeführten Satze gemäss, in einer specifisch leichteren Flüssigkeit tiefer eintaucht, als in einer schwereren. Man verfertigt die Aräometer meistentheils aus Glas, da dies sich bequem reinigen und in sehr verschiedenen Flüssigkeiten, ohne angegriffen zu werden, verwenden lässt; doch benutzt man auch Blech und zwar aus Silber, Messing oder (lackirtem) Eisen.

A. Gewichtsaräometer. Zu den Gewichtsaräometern gehört das Nicholson'sche Aräometer oder Hydrometer, welches zur Bestimmung dient 1) des absoluten Gewichtes kleiner fester Körper, 2) des specifischen Gewichtes kleiner fester Körper, mögen sie im Wasser untersinken oder auf demselben schwimmen, wenn sie nur von diesem nicht aufgelöst werden, und 3) des specifischen Gewichtes von Flüssigkeiten.



Nebenstehende Figur zeigt eine Abbildung des Instrumentes. Es besteht aus einem hohlen Metallcylinder A, der nach oben und unten kegelförmig verjüngt ist; in der Axe desselben befindet sich ein dünner Draht, welcher oben ein Schälchen C trägt, und an dem unten ein kegelförmiger, an der Basis schalenförmig vertiefter schwerer, gewöhnlich siebförmig durchlöcherter Körper B von Blech (ausgefüllt mit Blei) angehängt werden kann, und zwar entweder so, wie die Figur zeigt, oder auch umgekehrt mittelst des Häkchens D; unter dem Schälchen C ist an dem Drahte eine Stelle E besonders markirt. Das ganze Instrument muss leer auf Wasser lothrecht schwimmen und darf dabei mit dem Cylinder A noch nicht vollständig eintauchen. — Mohs hat vorge-

schlagen, die untere Schale fortzulassen und oben statt der kegelförmigen Verjüngung eine Schale anzubringen.

1) Um das absolute Gewicht kleiner fester Körper zu bestimmen, legt man auf die Schale soviel Gewichte P, bis das Instrument bis zur Marke eintaucht; dann bringt man an die Stelle der Gewichte den zu wiegenden Körper und noch soviel Gewichte p, bis das Instrument wieder ebensoweit eintaucht. Das absolute Gewicht des Körpers ist dann $G = P - p$.

2) Um das specifische Gewicht eines kleinen festen Körpers, der sich im Wasser nicht auflöst, zu bestimmen, sucht man zuerst sein absolutes Gewicht $P - p$, wie unter 1) angegeben ist; bringt ihn dann, wenn er im Wasser untersinkt, auf und wenn er nicht untersinkt, unter den, dann umgekehrt angehängten, kegelförmigen Körper und legt in beiden Fällen auf die Schale soviel Gewichte $p_{,}$, bis das Instrument bis zur Marke eintaucht: Das specifische Gewicht ist dann $s = \frac{P - p}{p_{,} - p}$, da $p_{,} - p$ angiebt, wieviel das Wasser wiegt, welches mit dem Körper ein gleiches Volumen einnimmt, da jeder in eine Flüssigkeit ganz eingetauchte Körper an seinem Gewichte soviel verliert, als die verdrängte Flüssigkeit wiegt.

3) Das specifische Gewicht einer Flüssigkeit findet man, wenn man das Instrument in derselben durch aufgelegte Gewichte $p_{,,}$ und dann im Wasser durch Gewichte P zum Eintauchen bis zur Marke bringt. Kennt man nun ausserdem das absolute Gewicht $P_{,}$ des Instrumentes selbst, so ist das specifische Gewicht der Flüssigkeit $s = \frac{P_{,} + p_{,,}}{P_{,} + P}$.

Das Fahrenheit'sche Aräometer ist zur Ermittelung des specifischen Gewichtes von Flüssigkeiten bestimmt und deshalb von Glas. Der Gebrauch des Instrumentes ist, wie bei dem Nicholson'schen Aräometer unter 3) angegeben wurde, auch weicht die Einrichtung nur insofern ab, als unten keine besondere Schale sich befindet, sondern das Instrument nur in eine beschwerte Kugel ausläuft.

Um dies Instrument für die verschiedensten Flüssigkeiten brauchbar zu machen, hat man nach G. G. Schmidt's Vorschlage unten einen Haken angeblasen, an welchen man ein mit Quecksilber gefülltes, verschlossenes Glasgefäss anhängen kann. Man hat gewöhnlich mehrere solche Anhänge von verschiedenem Gewichte.

Tralles hat das Fahrenheit'sche Aräometer abgeändert und hydrostatische Waage genannt. Er nahm eine verhältnissmässig grosse Glaskugel, die in einen dünnen Hals auslief, welcher die Marke trägt; von dem Halse geht ein zweimal rechtwinkelig gebogener Stab aus, so dass er unter der Glaskugel in einem Abstande von einigen Zol-

len endigt, und hier, in der Richtung der Falllinie der Kugel, ist eine Schale zur Aufnahme der Gewichte angebracht.

Baumgartner's Aräometer ist dem Nicholson'schen ähnlich; statt des Drahtes ist aber ein Glasrohr angebracht, welches zwei Scalen enthält. Die eine Scala giebt das Gewicht des zu bestimmenden Körpers an, wenn er in der oberen Schale liegt, und ebenso das Gewicht desselben, wenn er sich unter Wasser, also in der unteren Schale befindet. Hierbei ist vorausgesetzt, dass das unbelastete Instrument gerade bis zu dem Nullpunkte der Scala eintaucht. Man erhält also sofort, ohne noch Gewichte auflegen zu müssen, die zur Berechnung des specifischen Gewichtes nöthigen Data. Ist das Gewicht des Körpers in der Luft P und unter Wasser p, so ist $s = \frac{P}{P - p}$. Die andere Scala giebt sofort das specifische Gewicht an der Stelle, bis zu welcher das Instrument eintaucht, wenn der Körper sich unter Wasser befindet, aber unter der Voraussetzung, dass das Gewicht in der Luft constant ist.

Bustamente's Gravimeter ist ähnlich eingerichtet, wie das Aräometer von Baumgartner, jedoch nur mit der ersten Scala versehen, und ausserdem besitzt es die von Mohs vorgeschlagene Abänderung.

Wegen Rousseau's Densimeter, s. Art. Densimeter.

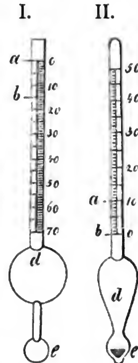
B. Scalenaräometer. Der Scalenaräometer giebt es sehr verschiedene Arten. Sie sind von Glas, in der Mitte bauchig, oben mit einem längeren und dünneren Theile und unten mit einer beschwerten Kugel versehen, so dass sie in verticaler Stellung schwimmen.

Man kann die Scalenaräometer eintheilen in allgemeine und in besondere. Die letzteren dienen nur zur Bestimmung einer einzigen bestimmten Flüssigkeit.

1) Das allgemeine Aräometer giebt sofort das specifische Gewicht der Flüssigkeit an, in welcher es schwimmt. Gewöhnlich gehören zu einem vollständigen Bestecke drei Instrumente, von denen das eine für Flüssigkeiten, die specifisch leichter als Wasser sind, eingerichtet ist, die beiden andern aber für solche bestimmt sind, deren specifisches Gewicht grösser, als das des Wassers ist. Das Instrument für leichtere Flüssigkeiten als Wasser taucht in destillirtem Wasser bis an das untere Ende der langen Röhre ein. An dieser Stelle steht 1,000 und die darüber liegenden, empirisch ermittelten Theilstriche geben das specifische Gewicht bis zu 0,700 an. Das eine der beiden anderen Instrumente taucht in destillirtem Wasser fast bis an das obere Ende der langen Röhre ein. An dieser Stelle steht 1,000 und die darunter liegenden Theilstriche geben das specifische Gewicht bis 1,500. Das dritte Instrument taucht in einer Flüssigkeit von noch nicht ganz 1,500 specifi-

schem Gewicht beinahe bis an das obere Ende der langen Röhre ein und unter diesem Punkte gehen die Angaben des specifischen Gewichtes bis 2,000.

2) Das Beaumé'sche Aräometer ist ebenfalls ein allgemeines Aräometer und besteht aus zwei Instrumenten, von denen das eine für Flüssigkeiten, die specifisch leichter, das andere für solche, die specifisch schwerer als Wasser sind, bestimmt ist. Das Instrument für schwerere Flüssigkeiten taucht in destillirtem Wasser beinahe ganz ein, z. B. bis *a* in Fig. I., die zugleich die gewöhnliche Form der Aräometer veranschaulicht; ein zweiter Punkt *b* wird gefunden, indem man das Instrument in eine Flüssigkeit bringt, die auf 85 Theile destillirten Wassers 15 Theile Kochsalz aufgelöst enthält. Den Abstand der beiden Punkte theilt man in 15 gleiche Theile, und solcher Theile trägt man — unter der Voraussetzung, dass die dünne Röhre durchweg gleichen Querschnitt behält, — bis an das untere Ende dieser Röhre ab, von dem Eintauchungspunkte im Wasser an zählend. Das Instrument für leichtere Flüssigkeiten als Wasser taucht in einer Mischung aus 10 Theilen Kochsalz auf 90 Theile Wasser beinahe bis an das untere Ende der dünnen Röhre ein, z. B. bis *b* in Fig. II.; der zweite feste Punkt *a* beim Eintauchen in destillirtem Wasser liegt höher. Der Abstand beider Punkte wird in 10 gleiche Theile getheilt, und solcher Theile werden noch weiter auf der Röhre abgetragen; der Ausgangspunkt der Zählung ist aber hier der Eintauchungspunkt *b* in die Mischung aus Kochsalz und Wasser.



Das Instrument wird vielfach gebraucht; aber es ist inconsequent, dass der Nullpunkt bei beiden Instrumenten verschieden und auch zur Bestimmung des einen festen Punktes nicht dasselbe Verhältniss von Wasser und Kochsalz gewählt ist. Es versteht sich von selbst, dass die Eintheilung eine — gewöhnlich auf dem Instrumente angegebene — Normaltemperatur voraussetzt.

3) Beck's Aräometer ist ein verbessertes Beaumé'sches; es ist nämlich bei beiden Instrumenten der Nullpunkt der Eintauchungspunkt in destillirtem Wasser von + 10° R., während der zweite feste Punkt durch eine Flüssigkeit von dem specifischen Gewichte 0,850 bestimmt wird. Der Abstand beider Punkte wird in 30 gleiche Theile getheilt und das Instrument für leichtere Flüssigkeiten zählt aufwärts bis 70, das für schwerere abwärts bis 80.

4) Auch das holländische Aräometer ist zweckmässiger eingetheilt. Der Nullpunkt ist übereinstimmend mit dem Beck'schen Aräometer; der zweite feste Punkt wird durch eine Lösung von 10

Theilen Kochsalz in 90 Theilen Wasser bestimmt und der Abstand beider Punkte in 10 gleiche Theile getheilt.

5) Das in Frankreich zur Prüfung des Branntweins und Alkohols benutzte Cartier'sche Aräometer stimmt bei seinem 22. Grade überein mit dem 22. Grade des Beaumé'schen Aräometers für leichtere Flüssigkeiten und der Raum von je 16 Beaumé'schen Graden ist in 15 Grade getheilt, so dass der Wasserpunkt auf $10^3/_4$ Grade nach Cartier fällt.

6) Wollte man als Scalenaräometer blos eine Röhre benutzen, welche von oben bis unten durchweg denselben Querschnitt hätte, und wäre dieselbe so beschwert, dass sie in destillirtem Wasser von der Normaltemperatur eben ganz eintauchte, so brauchte man dieselbe nur in 100 gleiche Theile zu theilen. Ist das specifische Gewicht des Wassers = 1, so zeigt der in der Mitte liegende Theilpunkt das specifische Gewicht = 2 an, der in der Mitte zwischen 1 und 2 liegende Theilpunkt das specifische Gewicht = 1,5 u. s. f. Ein Aräometer, dessen Scala sich durch Theilung finden lässt, hat Gay-Lussac in seinem Volumeter geliefert. Die Röhre ist durchweg von demselben Querschnitte, hat aber unten eine Erweiterung und das eine Instrument ist so beschwert, dass es in destillirtem Wasser fast ganz einsinkt. Ein zweiter fester Punkt wird durch eine Salzlösung von dem specifischen Gewichte $1^1/_3$ gefunden, der Abstand beider Punkte in 25 gleiche Theile getheilt, am Wasserpunkte steht 100 und von da ab wird abwärts gezählt. Das specifische Gewicht findet man dann, wenn man mit der Zahl der Eintauchungss'elle in 100 dividirt. — Bei dem Instrumente für leichtere Flüssigkeiten liegt der Wasserpunkt tief; der zweite Punkt wird dadurch gefunden, dass man den oberen Theil des Instrumentes mit einem Gewichte beschwert, welches genau den vierten Theil von dem Gewichte des ganzen Instrumentes beträgt. Der Punkt, bis zu welchem das Instrument jetzt eintaucht, wird mit 125 bezeichnet, während der Wasserpunkt 100 zählt, und der Abstand beider Punkte wird in 25 gleiche Theile getheilt und die Eintheilung nach oben fortgesetzt. Die Anwendung ist dieselbe, wie bei dem ersten Instrumente.

7) Bei Adie's Schieber-Aräometer ist die Röhre, welche die Scala trägt, verschiebbar, damit das Instrument stets bis zu ein und demselben Punkte eintaucht. Die Scala giebt entweder das specifische Gewicht an oder das Volumenverhältniss.

Bei der Benutzung der allgemeinen Aräometer für Flüssigkeiten, bei denen es nicht sowohl auf das specifische Gewicht, als auf ihren Gehalt an irgend einem Stoffe ankommt, sind besondere für diese Flüssigkeiten bearbeitete Tabellen erforderlich; indessen hat man für die meisten Flüssigkeiten, deren Bestimmung häufig vorkommt, da ihr Werth davon abhängig ist, besondere Instrumente construirt und ihnen auch, je nach ihrer Bestimmung, verschiedene Namen gegeben.

Zu den besonderen Aräometern gehört das Alkoholometer und die Branntweinwaage (s. Art. Alkoholometer); das Hydrometer (s. Art. Hydrometer); die Bierwaage; die Milchwaage oder das Galaktometer; die Salz- oder Soolwaage, auch Salzspindel oder Gradirwaage genannt; die Laugenwaage oder Laugenprobe etc.

Vergleichbare Bierwaagen oder Bierproben zeigen 0° in destillirtem Wasser, 10° bei dem specifischen Gewichte 1,04; 20° bei 1,08 und 30° bei 1,10.

Die Milchwaagen fertigt man so an, dass sie 0° in destillirtem Wasser; 10° bei 1,02; 20° bei 1,04 specifischem Gewichte zeigen. Diese Instrumente sind höchst unzuverlässig, weil selbst unverfälschte Milch von derselben Kuh sehr ungleich ausfällt. Eine sechs Wochen lang ganz gleich gefütterte Kuh gab folgende Resultate. In 1000 Theilen Milch waren bei 12,°5 C. Rahm oder Sahne

122 Theile, und das specifische Gewicht betrug	1,035,
112 - - - - - -	1,038,
62 - - - - - -	1,033,
107 - - - - - -	1,031,
57 - - - - - -	1,041.

Unvermischte Milch zeigte bei 12,°5 C. das specifische Gewicht 1,038; wenn 75 Theile Milch mit 25 Theilen Wasser vermischt waren, 1,021; bei 66 Theilen Milch mit 33 Theilen Wasser 1,020. Das specifische Gewicht der unverfälschten Milch schwankt also zwischen 1,031 und 1,041. Davy's Milchwaage zeigt 0° bei dem specifischen Gewicht 1,035 bei 60° F. = 15 $^1/_2$° C. und jeder der 35 von hier aufwärts abgetragenen Grade zeigt 1 Procent Wasser mehr.

Die Salzwaagen geben den Gehalt der Soole an Salz nach Procenten an, man nennt aber die Soole nicht so und soviel procentig, wie sie Salzprocente enthält, sondern soviel löthig. Da 100 Theile Wasser höchstens 37 Theile Salz auflösen, so kommen auf 100 Theile Soole höchstens 27 Theile Salz und 27löthige Soole würde die stärkste sein. Da 1 Pfund, zu 32 Loth und 1 Loth zu 4 Quentchen, 128 Quentchen hält, so hat man auch Soolwaagen angefertigt, welche den Salzgehalt nach $^1/_{128}$ steln angeben, so dass man sofort weiss, wieviel Quentchen Salz ein Pfund Soole enthält. Sicherer ist es, den Salzgehalt durch Abdampfen einer bestimmten Menge Soole zu ermitteln.

Laugenwaagen sollen den Gehalt an Kali oder Natron in Procenten angeben. Diese Waagen sind unzuverlässig und die Bestimmung des Gehaltes wird viel sicherer auf chemischem Wege ausgeführt, wozu die Kalimetrie und Sodametrie die nöthigen Anweisungen geben.

Aehnlich verhält es sich mit den Salpeterspindeln und anderen derartigen Instrumenten. Das Saccharometer ist in einem

besonderen Artikel näher angegeben, da es auf anderen Principien beruht.

Noch zu erwähnen sind die zuerst von Wilson angegebenen aräometrischen Glasperlen. Es sind dies kleine hohle Glaskugeln von verschiedenem Gewichte, welche numerirt sind. Bringt man diese in eine Flüssigkeit, so werden im Allgemeinen einige untersinken, andere schwimmen und eine wird dicht unter der Oberfläche schweben. Die letztere zeigt an, welches specifische Gewicht die Flüssigkeit besitzt. Gewöhnlich sind die auf einander folgenden Nummern um zwei Tausendstel im specifischen Gewichte verschieden.

Aräometrie ist die Lehre von den Aräometern. S. Art. Aräometer.

Arbeit der Kraft ist das Product aus der bewegenden Kraft und der Weglänge, durch welche sie gewirkt hat. Es ist dies Product auch gleich dem Producte aus der halben Masse und dem Quadrate der erlangten Geschwindigkeit oder gleich der halben lebendigen Kraft.

Archimedische Schraube, s. Art. Schraube des Archimedes.

Are, französisches Flächenmass, gleich 100 Quadratmetern oder nahe 7 preuss. Quadratruthen.

Argandsche Lampe ist eine Lampe mit doppeltem Luftzuge, erfunden 1783 von Argand in London. Vergl. Art. Lampe.

Armatur oder **Armirung** nennt man z. B. die Ausrüstung eines natürlichen Magnets mit Eisenblechen, um ihn zum Tragen bequemer zu machen. So bezeichnet man mit Armatur jede Ausrüstung zu bestimmten Zwecken, z. B. auch bei galvanischen Versuchen die Ausrüstung der Muskeln und Nerven mit Metallplatten, um den galvanischen Strom auf dieselben wirken zu lassen. Den metallischen Bogen, welcher in diesem Falle die Metallplatten verbindet, nennt man den Excitator.

Armstrong's Dampfelectrisirmaschine, s. Hydroelectrisirmaschine.

·**Artesische Brunnen**, s. Art. Brunnen, artesische.

Aschenregen, s. Staubregen.

Aschenzieher oder Aschentrecker ist der Turmalin. S. Art. Turmalin.

Aspirator heisst ein zuerst von C. Brunner angegebenes Instrument, um bei Untersuchungen über die Zusammensetzung der Luft einen andauernden Luftstrom hervorzubringen. Der Apparat ist jedoch noch anderweitiger Verwendung fähig.

Es beruht der Apparat im Wesentlichen darauf, dass von zwei, mit einander durch eine Röhre verbundenen geschlossenen Gefässen das obere mit Wasser gefüllt ist und sich in das untere entleert. Da hierbei der im oberen Gefässe vom Wasser freiwerdende Raum sich wieder mit Luft füllen muss, so entsteht in einer Röhre, durch welche dieser nur der

Eintritt gestattet ist, ein Luftstrom, den man je nach dem Zwecke, z. B. mittelst einer Wulffe'schen Flasche, durch eine Flüssigkeit leiten kann.

Ein von Mohn angegebener Aspirator gründet sich darauf, dass unter einem Glase, welches umgestülpt in einem Behälter mit Flüssigkeit steht und nur theilweis mit Luft gefüllt ist, eine Luftverdünnung eintritt, wenn man das Glas emporzuziehen sucht. Die zur Ergänzung eindringende Luft wird durch eine Röhre geleitet, welche gewöhnlich ebenfalls mit einer Wulffe'schen Flasche in Verbindung steht, so dass die Luft durch die in dieser Flasche enthaltene Flüssigkeit strömen muss.

Astatische Nadel heisst eine Combination von zwei Magnetnadeln in der Art, dass der Erdmagnetismus entweder gar keine oder nur eine sehr geringe Wirkung auf dieselbe ausübt und die Nadeln daher jede Stellung einnehmen.

Die einfachste Art, dies zu erreichen, besteht darin, dass man zwei Magnetnadeln an ein und derselben Axe übereinander befestigt, so dass der Nordpol der oberen über dem Südpole der unteren liegt, und diese Combination mittelst eines an der Axe angebrachten Coconfadens aufhängt. Sind beide Nadeln gleich stark magnetisch, liegen die Pole genau übereinander und steht die Verbindungsaxe genau senkrecht auf den beiden Axen der Magnetnadeln, so würde die Combination gar keine Richtkraft mehr besitzen und vollkommen astatisch sein; es ist dies jedoch nur selten zu erreichen und in den meisten Fällen muss man sich damit begnügen, ein System von sehr schwacher Richtkraft erhalten zu haben. Eine Anwendung einer so construirten Nadel findet sich in dem Galvanometer (s. Art. Galvanometer). — Ist die eine Nadel zu stark magnetisch, so schleift man sie am besten auf Sandstein ab.

Man kann eine einzelne Magnetnadel auch dadurch astatisch machen, dass man ihr eine Drehaxe giebt, welche parallel der Resultirenden liegt, welche die declinirende und inclinirende Kraft des Erdmagnetismus liefern. — Nach diesem Principe hat Ampère zuerst astatische Nadeln construirt. — Wegen astatischer Stromsysteme s. Art. Electrodynamik. A. zu Ende.

Asterismen nennt man bisweilen die Sternbilder.

Asterismus bezeichnet das Lichtphänomen, bei welchem von einem leuchtenden Punkte Lichtstrahlen hervorschiessen. Es ist im Allgemeinen eine auf Beugung beruhende Gittererscheinung (s. Art. Inflexion); zeigt sich aber auch bei Mineralien in Folge von eingewachsenen mikroskopischen Krystallen, z. B. bei einigen Glimmern durch leichtes Aetzen.

Asteroiden sind kleine Himmelskörper, welche sich zum Theil in förmlichen Schwärmen dem Gravitationsgesetze gemäss um die Sonne bewegen und die Erdbahn an gewissen Stellen durchschneiden. Viele von ihnen gerathen zu der Zeit, wo sie der Erde nahe sind, in die Anziehungssphäre derselben und fallen als meteorische Massen herab. Zwei

solcher Asteroidenringe sind näher bekannt, nämlich diejenigen, welche die Ebene der Ecliptik an den Stellen schneiden, an welchen sich die Erde in der ersten Hälfte des Augusts und des Novembers befindet. Aus ihnen erklärt man die periodischen Sternschnuppen. S. Art. Feuerkugel. Legt man die Laplace'sche Theorie von der Entstehung des ganzen Sonnensystems aus einer in Axendrehung begriffenen chaotischen Masse zu Grunde, so wären die Asteroiden gewissermassen die kleineren Abfälle bei der ersten Erdbildung, kleinere Trümmer des Ringes aus verdichteter Materie, die sich in der Erdregion aus der Urmasse absetzten und bei fortschreitender Zusammenziehung zertrümmerten.

Astrometer, s. Prismenphotometer.

Atherman, richtiger **adiatherma**, bedeutet „Wärmestrahlen nicht durchlassend" als Gegensatz zu diatherman „Wärmestrahlen durchlassend". Vergl. Art. Wärme, strahlende.

Athmen ist diejenige Verrichtung des thierischen Organismus, durch welche die atmosphärische Luft mit dem Blute in Berührung kommt, wodurch ein Austauschungsprocess zwischen beiden herbeigeführt wird.

Atmidometer, s. Art. Atmometer.

Atmische Windrose enthält die hygrometrischen Werthe der verschiedenen Windrichtungen. S. Hygrometrie.

Atmologie nennen einige Naturforscher den Theil der Wärmelehre, welcher von den Relationen handelt, welche die Wärme mit der Feuchtigkeit eingeht.

Atmometer oder Atmidometer oder Evaporometer ist ein Verdunstungsmesser, d. h. ein Instrument, um die Grösse der täglichen oder jährlichen Verdunstung zu finden. Am einfachsten würde es sein, im Freien mit Wasser gefüllte Gefässe, welche durch ein Dach gegen Regen geschützt sind, aufzustellen und zu ermitteln, um wie viel sich das Wasser in Folge der Verdunstung vermindert hat; man hat jedoch besondere Instrumente construirt und namentlich haben Bellani, Leslie, Saussure sich solcher bedient. Da man aus der Verdunstung auf einer kleinen Fläche nicht mit Sicherheit auf die Verdunstung auf einer grösseren, nämlich den Flächen proportional, schliessen kann, so sind die Resultate von geringer Zuverlässigkeit. Neuerdings hat Prestel in Emden ein Atmometer angegeben, bei welchem das Princip der Flaschenlampe (s. d. Art.) zur Anwendung kommt.

Atmosphäre, Dunsthülle, Dunstkreis, Luftkreis bezeichnet im Allgemeinen eine Masse eines luftförmig flüssigen Körpers, welche einen anderen Körper umgiebt. So beruhen z. B. die Hauchbilder (s. den Art.) auf einer Gasatmosphäre, welche die Körper, welche bei der Darstellung dieser Bilder zur Verwendung kommen, umgiebt. Ebenso nimmt man zur Erklärung vieler Erscheinungen an, dass die Atome von Aetheratmosphären umgeben seien. Eine Atmosphäre

im Grossen ist die luftförmige Hülle, welche die Erde und wahrscheinlich noch andere Weltkörper umschliesst.

Dass die Luft, welche die Erdatmosphäre bildet, ein Körper ist, dafür spricht ihre Ausdehnung und Undurchdringlichkeit, wie wir z. B. durch die Taucherglocke erfahren. Ausser diesen beiden wesentlichen Eigenschaften der Körper besitzt dieselbe auch noch die zufälligen allgemeinen Eigenschaften. Ihre Theilbarkeit erkennen wir an der leichten Verschiebbarkeit ihrer Theile; auf ihrer Ausdehnbarkeit und Zusammendrückbarkeit beruhen die Luftpumpen; ihre Schwere ist die Ursache des Aufsteigens der Flüssigkeiten im leeren Raume, z. B. im Barometer und in der Wasserpumpe.

Die Luft der Erdatmosphäre ist ein Gemenge mehrerer luftförmiger Flüssigkeiten und besteht wesentlich aus Stickstoff, Sauerstoff und Kohlensäure. Der Kohlensäuregehalt beträgt etwa 4 Zehntausendstel des Volumens, und Stickstoff und Sauerstoff stehen ungefähr in dem Verhältniss von 79 : 21 dem Volumen nach, so dass im Durchschnitte $^4/_5$ der Atmosphäre aus Stickstoff und nur $^1/_5$ derselben aus Sauerstoff gebildet werden. Namentlich ist es das Verdienst Gay-Lussac's und A. von Humboldt's (1804), das unveränderliche Verhältniss zwischen Stickstoff und Sauerstoff nachgewiesen zu haben. Neuere Untersuchungen scheinen indessen dafür zu sprechen, dass in den Normalverhältnissen Schwankungen eintreten können, deren Ursache jedoch noch nicht vollständig aufgeklärt ist. (Vergl. Eudiometrie.) Bestimmtere Resultate liegen über die Schwankungen im Kohlensäuregehalte vor, namentlich in Folge der von Th. de Saussure angestellten Untersuchungen.

Ein durch Regen feuchter Boden scheint die Kohlensäure zu verringern, Frost des Bodens hingegen dieselbe zu vermehren. Die Luft über dem Lande enthält mehr Kohlensäure, als die auf einem See, z. B. dem Genfersee. In der Stadt (Genf) ergab sich während des Tages ein grösserer Kohlensäuregehalt, als auf dem Lande; bei Nacht war es umgekehrt. Auf Bergen zeigte sich die Kohlensäure verhältnissmässig grösser, als in der Ebene. Ein Einfluss des Windes ist nicht zu verkennen, aber noch nicht hinlänglich festgestellt. Es scheint der Kohlensäuregehalt in der Ebene auf freiem Felde zu wachsen, wenn der Wind stärker wird.

Als zufällige Bestandtheile der Atmosphäre hat man noch einige andere luftförmige Stoffe nachgewiesen. In sumpfigen Gegenden entwickelt sich durch die Verwesung vegetabilischer Substanzen Wasserstoffgas oder Kohlenwasserstoffgas. Die Fäulniss erzeugt ferner bisweilen Schwefelwasserstoffgas z. B. am Meeresstrande. In der Seeluft hat man Chlorwasserstoffsäure gefunden.

Wegen des Gehaltes der Erdatmosphäre an luftförmigem Wasser

giebt der Art. Hygrometrie das Nähere, ebenso über den Druck, welchen die Atmosphäre ausübt, der Art. Barometrie.

Wir leben auf dem Boden eines Meeres, welches von einer luftförmigen Flüssigkeit gebildet wird. Dies Meer ist eben die Atmosphäre. Würden auf dem tiefsten Grunde des Wassermeeres mit Vernunft begabte Wesen leben, die nie an die Oberfläche desselben gelangen könnten, so würden diese vielleicht zweifelhaft sein, ob das Wassermeer überhaupt begrenzt sei. Sie entdeckten vielleicht das Gesetz, nach welchem der Druck des Wassers abnimmt, wenn sie sich in demselben erheben, und würden darauf Schlüsse bauen; vielleicht würden ihnen auch noch andere Erscheinungen einen Halt gewähren. So ist es auch mit uns, die wir auf dem Grunde des Luftmeeres leben. Es ist für uns also fraglich, ob die Erdatmosphäre begrenzt ist oder nicht, und wenn sich herausstellt, dass eine Grenze da sein muss, so ist die Frage, wie hoch die Atmosphäre wohl sein dürfte.

Wenn die atmosphärische Luft sich durch den ganzen Weltenraum verbreitete, so müsste sie an den übrigen Himmelskörpern ebenso eine Verdichtung erfahren, wie an der Erde, da sie Schwere besitzt; es müsste also auch an dem Monde eine solche Verdichtung wahrnehmbar sein. Nach allen Beobachtungen ist nun die Atmosphäre des Mondes, wenn sie überhaupt vorhanden ist, sehr unbedeutend. Am entscheidendsten ist hier der Vorübergang des Mondes an einem Fixsterne. Hätte der Mond eine Atmosphäre, so müsste der Stern bei der Annäherung an den Mond allmälig schwächer und bei dem Hervortreten allmälig stärker leuchten (so ist es z. B. bei der Venus und dem Mars, wenn sie einen Stern bedecken, so dass wir diesen entschieden eine Atmosphäre zuschreiben müssen); aber der Stern verschwindet plötzlich und tritt ebenso plötzlich in ungeschwächtem Glanze wieder hervor. Bessel sagt daher, dass die Mondatmosphäre, wenn sie überhaupt vorhanden wäre, nicht strahlenbrechend sei, d. h. sie müsste qualitativ von der Atmosphäre der Erde verschieden sein. Damit steht jedenfalls fest, dass der Stoff unserer Atmosphäre nicht bis zum Monde reicht; folglich muss die Erdatmosphäre eine Grenze haben, und es fragt sich also, wie hoch dieselbe sei.

Hätte die Luft durchweg dieselbe Dichtigkeit, so könnte sie, da das Quecksilber 10467,5 mal leichter als die Luft ist, bei einem Barometerstande von 28 Zoll an der Oberfläche nur 24424 par. Fuss hoch sein, also die höchsten Berge nicht überragen. Die Dichtigkeit der Luft nimmt aber ab, wenn man sich in ihr erhebt; folglich ist jene Berechnung nicht zulässig.

La Place sagte, dass die Erdatmosphäre wegen der Axendrehung der Erde begrenzt sein müsse und höchstens bis dahin reichen könne, wo Schwerkraft und Centrifugalkraft sich das Gleichgewicht halten. Die hierauf sich gründende Rechnung giebt für die Entfernung von der festen

Erdoberfläche, wo dies eintreten würde, 5,66 Erdhalbmesser, also eine Höhe von 4865 Meilen.

Wollaston geht davon aus, dass der Mond keine Atmosphäre wie die Erde habe, und sagt, dass die Erdatmosphäre mithin nicht bis über die Gegend reichen könne, in welcher die Attractionskraft der Erde der Attractionskraft des Mondes gleich sei; folglich könne die Erdatmosphäre höchstens bis zu einer Entfernung von 8046500 Metern oder etwa von 1068 Meilen von der festen Erdoberfläche an gerechnet reichen.

G. G. Schmidt setzt die Grenze der Erdatmosphäre dahin, wo die Expansivkraft der Luft mit der Schwerkraft im Gleichgewicht steht, und erhält — je nach dem Gesetze über die Abnahme der Temperatur mit der Höhe, welches man zu Grunde legt, das aber noch nicht mit Sicherheit ermittelt ist — eine Höhe zwischen 7,22 und 27,5 geographischen Meilen unter dem Aequator.

Aus dem Eintreten der Dämmerung schloss Kepler auf eine Höhe der Erdatmosphäre von 10; Delambre von 9,5 und Arago von 7,92 geographischen Meilen.

Nimmt man an, dass der Barometerstand an der Grenze der Erdatmosphäre 1 und an der Erdoberfläche 336 Linien betragen würde, so findet man mit Hilfe der für barometrische Höhenmessungen geltenden Grundformel eine Höhe von 6 bis 7 Meilen, und ungefähr 9 Meilen bei einem Barometerstande von nur 0,1 Linie an der Grenze.

Aus allen Untersuchungen ergiebt sich soviel, dass die Erdatmosphäre wirklich begrenzt ist, dass wir aber die Grenze derselben nicht genau kennen, sondern nur zu der Behauptung berechtigt sind, dieselbe sei höchstwahrscheinlich nicht über 27 und nicht unter 6 geogr. Meilen hoch.

Da wir die Höhe der Atmosphäre nicht genau wissen, so sind wir auch nicht im Stande über die Gestaltung der Oberfläche derselben etwas Bestimmtes auszusagen. Soviel steht indessen fest, dass die Erdatmosphäre ebenso wie die feste Erde abgeplattet sein muss, zumal ihre Theile leichter verschoben werden können, als die des Festen und Tropfbarflüssigen. Nach La Place kann das Axenverhältniss nicht grösser als 3 : 2 sein, ein Resultat, welches unter Berücksichtigung der Schwungkraft überhaupt da gilt, wo eine Atmosphäre zugleich mit dem eingeschlossenen festen Körper um eine Axe rotirt.

Nach G. G. Schmidt ergiebt sich eine Abplattung $= {}^{1}/_{234}$, nach J. C. Schmidt $= {}^{1}/_{177}$.

Atmosphäre, electrische, ist der Raum um einen electrisirten Körper, in welchem er electrische Erscheinungen hervorbringt, in welchem sich namentlich das electrische Anziehen und Abstossen äussert. Man sagt auch dafür electrischer Wirkungskreis.

Atmosphärendruck ist der Druck, welchen die atmosphärische Luft auf eine Fläche ausübt. Als Mass nimmt man den Druck auf

einen Quadratzoll an und folglich beträgt der Druck einer Atmosphäre soviel als der einer Quecksilbersäule von 1 Quadratzoll Querschnitt und einer dem Normalbarometerstande gleichen Höhe, also bei einem Barometerstande von 28 Zoll ungefähr $13^1/_2$ Neupfd., wofür man in der Praxis gewöhnlich 14 Neupfd. annimmt.

Atmosphärilien nennt man diejenigen unorganischen Stoffe, welche in der Atmosphäre als zufällige Bestandtheile vorkommen. Es gehören z. B. die Meteorsteine hierher.

Atmosphärologie ist die Lehre von allen in der Atmosphäre auftretenden Erscheinungen, s. Art. Meteorologie.

Atmothermometer nannte Parrot ein Thermometer, dessen Siedepunkt dadurch bestimmt ist, dass das Instrument nur in Dampf gehalten wurde, während ein solches, bei welchem die Bestimmung durch Eintauchen der Kugel in siedendes Wasser bis zu einer gewissen Tiefe geschieht, Hydrothermometer heissen sollte.

Atom, das, bezeichnet einen der kleinsten denkbaren Körpertheile, aus welchen man sich die Körper bestehend denkt, und die sich nicht weiter in Stücke, die dem Körper materiell gleich bleiben, theilen lassen. Grössere Theilchen der Körper nennt man Massentheilchen oder Moleküle, auch Molekel.

Wegen der Unvollkommenheit unserer Sinne und unzureichenden Feinheit unserer Instrumente ist für uns die Theilbarkeit der Körper beschränkt; aber man muss zugeben, dass ohne diese Hindernisse dieselbe noch weiter fortgesetzt werden könnte, als wir es im Stande sind, zumal wir Körper kennen, deren Kleinheit unsere kühnsten Erwartungen übertrifft. Die Frage ist nur, ob die Theilung bis ins Unendliche getrieben werden könnte, wie es mit dem mathematischen Raume möglich ist. Hier drängen nun die chemischen Erscheinungen zu der Ansicht, dass die Körper aus Theilchen gebildet sein müssen, die sich nicht weiter ohne materielle Aenderung theilen lassen, und dies sind eben die Atome.

Schon Moschus (noch vor der Zeit des trojanischen Krieges) soll die Körper als aus Atomen bestehend angenommen haben; Leukipp (510 v. Chr.) und Demokrit (494 v. Chr.) haben diese Vorstellung zuerst mehr ausgebildet; Epikur und Lucrez huldigten derselben ebenfalls. Im Alterthume nahm man die Atome als dem Stoffe nach gleichartig an und leitete die Verschiedenheiten der Körper ab aus der verschiedenen Gestalt und der verschiedenen Aneinanderfügung der Atome; in neuerer Zeit ist man durch die chemischen Untersuchungen zu der Annahme gedrängt worden, dass die Atome auch dem Stoffe nach verschieden seien, so dass Atom gleichbedeutend mit dem chemischen Aequivalente wird (s. Art. Aequivalent, chemisches). Aus der verschiedenen Gestalt und der verschiedenen Aneinanderfügung der Atome erklärt man jetzt nicht mehr die materielle Verschiedenheit der Körper, sondern findet dadurch nur physikalische Eigenschaften

bedingt, z. B. die Krystallform, die Farbe, die Dichtigkeit, die Elasticität, die Aggregatzustände.

Atomgewicht, s. Art. Aequivalent, chemisches.

Atomist, s. Dynamiker.

Atomistik bezeichnet die neuere Atomlehre im Gegensatze zu der älteren (s. Art. Atom). Man bezeichnet die neuere Atomlehre wohl auch als Atomtheorie. Der Urheber der Atomtheorie ist der Engländer Dalton (1803), indem er zuerst das Gesetz der multiplen Verhältnisse unter der Annahme von Atomen zu erklären suchte.

Atomlehre | **Atomtheorie** } ist die atomistische Erklärung, welche man den Gesetzen der chemischen Verbindungen unterlegt. Vergl. Atomistik.

Atomvolumen ist nach Berzelius bei einfachen gasförmigen Körpern dasselbe, was man sonst mit Atom bezeichnet, indem dabei angenommen ist, dass gleiche Volumina aller einfachen permanenten Gase eine gleiche Anzahl von Atomen enthalten. Nach der älteren Ansicht von Ampère und Dumas sind Atom und Volum in allen Gasen dasselbe, oder gleiche Volumina aller Gase, einfacher sowohl, als zusammengesetzter, enthalten genau dieselbe Anzahl von Atomen. Das Gesetz der Vereinigung der Gase nach einfachen oder multiplen Verhältnissen der Volumina hat 1809 Gay-Lussac entdeckt.

Atomvolumen, relatives, nennt man den Quotienten aus dem specifischen Gewichte in das Atomgewicht.

Atomzahlen, s. Art. Aequivalent, chemisches.

Attraction, s. Art. Anziehung.

Atwoodsche Fallmaschine, s. Art. Fallmaschine.

Aufbrausen ist das Entweichen gasförmiger Substanzen aus Flüssigkeiten unter Geräusch und Aufschäumen, z. B. der Kohlensäure.

Auffangestange, s. Art. Blitzableiter 1.

Auflösen, einen Körper, nennt man die Ueberführung eines festen Körpers in den flüssigen Zustand mittelst einer Flüssigkeit, so dass er mit dieser dann eine gleichartige Flüssigkeit bildet, z. B. Salz in Wasser; das Resultat nennt man eine Auflösung. Wird der feste Körper unmittelbar durch die Flüssigkeit, mit welcher er in Berührung kommt, aufgelöst, so sagt man, die Auflösung erfolge auf nassem Wege, muss ein Körper aber erst mit einem anderen zusammengeschmolzen werden, welcher ihn zersetzt, und wird dann erst die Auflösung in einer Flüssigkeit zu Stande gebracht, so sagt man, sie sei auf trockenem Wege erfolgt. Das Nähere gehört in die Chemie. Zu vergleichen ist überdies Art. Adhäsion.

Auflösung, s. Art. Auflösen.

Aufsauger nennt man den mit Spitzen oder Schwamm versehenen Theil einer Electrisirmaschine, welcher die im Reiber erzeugte Electricität aufnimmt und in den Conductor führt.

Aufschüttungskanal, s. Vulkan.

Aufthaupunkt bedeutet dasselbe wie Thaupunkt oder Schmelzpunkt.

Auftrieb. Wiegt ein in eine Flüssigkeit eingetauchter Körper weniger als die von ihm verdrängte Flüssigkeitsmenge, so wird er mit einer Kraft empor getrieben, welche der Differenz der beiden Gewichte gleich kommt; diesen Gewichtsunterschied oder die demselben gleiche Kraft nennt man den Auftrieb. Das Emporkommen der Leichen Ertrunkener ist eine Folge des Auftriebes, da durch die Fäulniss der Körper aufgetrieben wird und dieser endlich ein solches Volumen gewinnt, dass er weniger wiegt, als die Flüssigkeit, welche von ihm verdrängt wird. Ebenso erklärt sich das Aufsteigen des Grundeises; auch das Steigen des Luftballons hat hierin seinen Grund. Vergl. Hydrostatik. E.

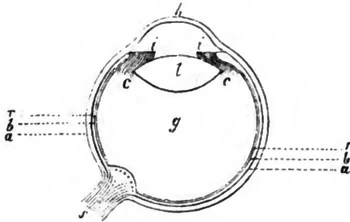
Augapfel, s. Art. Auge.

Auge ist das Sinnesorgan, welches uns mittelst des Lichtes mit der Aussenwelt in Verbindung setzt.

Das Auge des Menschen ist der in der Augenhöhle liegende, von sechs Muskeln bewegbare und von den mit Wimpern besetzten Augenlidern bedeckbare Augapfel. Er selbst besteht aus mehreren Häuten, von denen die beiden äusseren die harte (weisse) Faserhaut (*sclerotica*) und die durchsichtige Hornhaut (*cornea*) heissen. Auf der Innenseite der harten Haut liegt die Ader- oder Gefässhaut (*choroidea*), und über diese breitet sich der von dem Gehirn kommende und hinten in das Auge eintretende Sehnerv aus, eine zarte, mit Stäbchen und Zäpfchen versehene Haut, die Nervenhaut oder Netzhaut (*retina*) bildend. Hinter der Hornhaut liegt die in der Mitte mit einer kreisrunden Oeffnung, der Pupille oder dem Augensterne, versehene Regenbogenhaut (*iris*). Hinter der Regenbogenhaut hat die Krystalllinse ihre Stelle. Sie liegt in der sogenannten Linsenkapsel, wird von einem Strahlenkranze gehalten und theilt das Innere des Auges in zwei Abtheilungen, von denen die kleinere die vordere, die grössere die hintere Augenkammer heisst. In der vorderen Augenkammer befindet sich die wässerige Feuchtigkeit (*humor aqueus*), in der hinteren der Glaskörper oder die gläserne Feuchtigkeit (*humor vitreus*). In der Mitte des Augengrundes ist ein gelber Fleck.

Um die Verhältnisse noch näher zur Anschauung zu bringen, legen wir beistehenden verticalen Durchschnitt des Auges zu Grunde. Es ist hier *h* die Hornhaut, *i* die Regenbogenhaut mit der Pupille, *c* der Strahlenkranz, *l* die Krystalllinse; zwischen der Krystalllinse und *h* ist die vordere Kammer; *g* ist die hintere Kammer; *a* giebt an, wie weit die weisse Faserhaut, ebenso *b*, wie weit die Gefässhaut, und *r*, wie weit die Netzhaut sich erstreckt; *s* ist die Eintrittsstelle des Sehnerven.

Die Augenhöhle wird von verschiedenen Knochen des Schädels und des Gesichtes gebildet, ist kegelförmig und mit Fett und Zellgewebe versehen.



Von den sechs Muskeln, welche dem Auge seine Beweglichkeit geben, zieht einer nach oben, einer nach unten; einer seitwärts nach aussen, einer nach innen; einer schief aufwärts nach innen und der letzte schief aufwärts nach aussen. Durch die beiden letzten Muskeln wird der Augapfel nicht nur in eine Bewegung um seinen Mittelpunkt versetzt, sondern auch etwas aus der Augenhöhle hervorgezogen. Im gesunden Zustande wirken die Muskeln beider Augen in gleichem Sinne; beim Schielen ist diese Sympathie gestört. Bewirkt man absichtlich, z. B. durch Druck, eine ungleiche Augenstellung, so sieht man doppelt.

Die Augenlider dienen zum Schutze des Auges gegen die Berührung fremder Körper; die Wimpern bewirken einen genaueren Schluss; die über den Augen befindlichen Augenbrauen halten Schweiss und Staub ab; eine ölige Substanz, welche von Drüsen am Rande der Augenlider abgesondert wird, reinigt das Auge bei Bewegung der Lider.

Die Sclerotica, welche das Weisse im Auge bildet, steht mit den Augenmuskeln in Verbindung, ist sehr sehnig und wird vorn von der Bindehaut (*conjunctiva*) bedeckt.

Die Cornea ist noch dicker als die Faserhaut, durchsichtig und stärker gekrümmt als der übrige Augapfel.

Die Choroidea enthält sehr viele Blutgefässe und besteht aus einem zarten, schwärzlichen Zellgewebe.

Die Retina ist ein äusserst feines netzartiges Gewebe, überzogen von einer sehr dünnen, glashellen Haut und durchsetzt mit zahlreichen Stäbchen und Zäpfchen, die mit ihrem oberen, etwas verdickten Ende den glashellen Ueberzug berühren und mit dem unteren auf der Zellenschicht der Choroidea stehen. In der Mitte des Augengrundes hat man auf den Raum einer halben Quadratlinie 40,000 bis 50,000 Zäpfchen berechnet. Diese Stelle zeichnet sich bei dem Menschen durch eine

gelbe Färbung aus und heisst der gelbe Fleck. Da die Stäbchen auch mit den Zellen der Retina in Verbindung stehen, so betrachtet man sie als die wesentlichsten Theile bei dem Sehprocesse, indem sie durch das Licht in Oscillationen versetzt werden, die sich dann durch den Sehnerven zum Gehirn fortpflanzen.

Die Iris dient als Blendung. Sie besteht fast nur aus Blutgefässen und Nerven. Ihre Farbe ist durch die Cornea hindurch sichtbar und darnach beurtheilt man überhaupt die Farbe des Auges. Bei starker Beleuchtung verkleinert sich die Pupille, bei schwacher erweitert sich dieselbe.

Die Krystalllinse ist ein durchsichtiger, farbloser Körper von biconvexer Gestalt und wirkt auch wie eine biconvexe Linse. Die hintere Fläche ist stärker gekrümmt, als die vordere. Im Alter pflegt sich die Linse von der Mitte aus gelblich zu färben; wird dieselbe dann ganz undurchsichtig, so ist dies der sogenannte graue Staar, während der schwarze Staar in einer Empfindungslosigkeit des Sehnerven bedingt ist. — Die Linsenkapsel ist ein zartes durchsichtiges Häutchen. Der Strahlenkranz (*corpus ciliare*) wird von strahlenförmigen Fortsätzen gebildet, die von der Grenze der Sclerotica und Cornea, wie von einem Ringe, ausgehen.

Die wässerige Feuchtigkeit ist farblos, wasserhell und besteht vorzugsweise aus Wasser und etwas Eiweiss.

Die gläserne Feuchtigkeit ist durchsichtig wie Glas und gallertartig, eingeschlossen von einer zarten, durchsichtigen Haut, die sich in das Innere erstreckt und daselbst Zellen bildet, welche eben die Feuchtigkeit enthalten.

Ueber das Nähere des Sehprocesses vergl. Art. Sehen.

Augenbrauen,
Augenkammer, } s. Art. Auge.
Augenlider,

Augenmass nennt man unser Urtheil über die Grösse und die Entfernung der gesehenen Gegenstände ohne specielle Messung.

Augenstern, soviel als Pupille. S. Art. Auge.

Augentäuschungen, s. Gesichtsbetrüge.

Augenwimpern, s. Auge.

Aura nannte Scheibler ein aus Maultrommeln zusammengesetztes Instrument.

Aureole, s. Gegensonne.

Ausdehnbarkeit oder Extensibilität ist eine der sogenannten zufälligen allgemeinen Eigenschaften der Körper. Alle Körper besitzen Ausdehnbarkeit, d. h. die Masse eines jeden Körpers lässt sich auf ein grösseres Volumen bringen. Der Gegensatz hierzu ist die ebenfalls allgemeine Eigenschaft der Zusammendrückbarkeit oder

Compressibilität, worunter man versteht, dass sich die Masse eines jeden Körpers auf ein kleineres Volumen bringen lässt.

Bei vielen Körpern ist die Volumenvergrösserung durch Dehnen und die Volumenverkleinerung durch Druck sehr auffällig; bei anderen ist die Veränderung zwar nicht so merklich, aber doch bei allen Körpern nachweisbar, sollte es auch nur durch Temperaturveränderung geschehen.

Die Ausdehnbarkeit und Zusammendrückbarkeit stehen in Beziehung zu der Porosität, insofern bei jener eine Vergrösserung und bei dieser eine Verkleinerung der Poren eintritt. Die Volumenveränderungen durch Temperaturveränderungen weisen uns aber namentlich auf eine Verstärkung der Cohäsionskraft in dem einen Falle und der Expansivkraft in dem anderen Falle hin, so dass wir diese beiden Kräfte in der Wärme bedingt anzunehmen einen Anhalt gewinnen. Vergl. Art. Abstossung.

Ausdehnsamkeit oder **Expansibilität** ist das Bestreben der luftförmigflüssigen Körper den möglichst grössten Raum einzunehmen und den dargebotenen vollständig zu erfüllen, im Gegensatze zu der Tropfbarkeit der tropfbarflüssigen Körper, die in kleinen Massen Kugelgestalt annehmen. Vergl. Art. Aggregatsformen.

Ausdehnung ist die eine der beiden wesentlichen Eigenschaften der Körper und bedeutet, dass jeder Körper sich nach Länge, Breite und Höhe bestimmen lässt, oder einen Raum einnimmt. Die andere wesentliche Eigenschaft ist die Undurchdringlichkeit (s. d. Art.). In dem angegebenen Sinne sagt man, jeder Körper besitze Ausdehnung; sagt man hingegen, ein Körper erleide Ausdehnung, so bedeutet dies, er erfahre eine Vergrösserung seines Volumens oder Rauminhaltes. Dies letztere hängt mit der Ausdehnbarkeit der Körper (s. Art. Ausdehnbarkeit) zusammen. Besonders mächtig ist die Ausdehnung der Körper durch die Wärme, worüber der folgende Artikel handelt.

Ausdehnung der Körper durch die Wärme. Durch Temperaturveränderung erleiden die Körper eine Volumenveränderung und zwar erhalten sie im Allgemeinen durch Temperaturerhöhung das Bestreben, sich in einen grösseren Raum auszudehnen, aber durch Temperaturerniedrigung sich in einen kleineren Raum zusammenzuziehen. Daher kommt es, dass die Drähte der electrischen Telegraphen im Sommer in grösseren Bogen herabhängen, als im Winter; dass die Eisenbahnschienen nicht so nahe aneinander gelegt werden dürfen, dass sie im Winter dicht aneinanderstossen; dass das Quecksilber in den Thermometern je nach der Temperatur bald höher, bald niedriger steht; dass von einer festzugepfropften, nur Luft enthaltenden Flasche der Pfropfen herunterspringt oder die Flasche wohl gar platzt, wenn sie stark erwärmt wird u. s. w.

Manche Körper werden zwar bei Erwärmung kleiner und schwinden, aber dies ist doch nur eine scheinbare Ausnahme von dem obigen

allgemeinen Gesetze, indem diese Erscheinung bei Körpern eintritt, welche Feuchtigkeit enthalten und bei Erwärmung austrocknen, z. B. bei Thon, Holz etc. Namentlich gehören hierher auch die hygroskopischen Körper (s. Art. Hygrometer), welche sich mit ihrem Feuchtigkeitsgehalte nach dem der Luft richten, in welcher sie sich befinden. Der Verlust an Materie bedingt in diesen Fällen das kleinere Volumen bei Temperaturerhöhung.

Eine wirkliche Ausnahme von dem angegebenen Gesetze machen nur wenige Körper. Es gehört hierhin das Wasser, welches bei 4,108° C. seine grösste und bei 0° dieselbe Dichtigkeit wie bei + 7,°3 C. hat und sich beim Erstarren mit grosser Kraft ausdehnt. Man kann sich von dem ungleichmässigen Gange der Volumenänderung des Wassers überzeugen, wenn man ein Wasserthermometer anfertigt und dies gleichzeitig mit einem Quecksilberthermometer in eine Flüssigkeit bringt, welche durch schmelzendes Eis bis auf 0° abgekühlt wird, oder durch Bestimmung des Gewichtsverlustes, welchen ein in Wasser untersinkender Körper, dessen Volumenveränderung bekannt ist, bei Temperaturen von 0° bis etwa 10° in diesem erleidet. — Für die beim Gefrieren des Wassers mit grosser Kraft eintretende Ausdehnung spricht das Zerspringen selbst starker Gefässe. Gusseiserne Haubitzkugeln von 6″ 8‴ Durchmesser und 1″ 2‴ Wanddicke mit Wasser gefüllt und durch eine eiserne Schraube verschlossen zersprangen bei —6 °C. und —2,°5 C. Einmal zersprang eine Bombe erst bei —28,°7 C.; hierbei schien das Wasser bis dahin flüssig geblieben und erst in dem Augenblicke, wo es Raum gewann, zu Eis geworden zu sein.

Ein ähnliches Verhalten wie Wasser beim Gefrieren zeigen Salpeter und Stärkesyrup beim Krystallisiren. — Eine Auflösung von Kochsalz, deren spec. Gewicht 1,01 ist, zeigt bei 1,9° C. ein Maximum der Dichtigkeit, also ein Minimum des Volumens. — Die Legirung aus 2 Theilen Wismuth, 1 Th. Blei und 1 Th. Zinn, das sogenannte Rose'sche Metallgemisch, dehnt sich aus, wenn sie fest wird, und hat etwa bei 69° C. ihre grösste Dichtigkeit. Genauer verhält sich diese Legirung so, dass sie sich von 0° bis 44° C. ausdehnt, dann sich bis 69° C. wieder zusammenzieht, und über dieser Temperatur wieder ausdehnt. Bei 44° C. ist also ein Maximum und bei 69° C. ein Minimum des Volumens.

A. Ausdehnung fester Körper und Volumenveränderung derselben überhaupt. Die Volumenveränderung fester Körper bei Temperaturveränderung ist an sich gering und kann deshalb zwischen 0 und 100° C. als der Wärme proportional angesehen werden. Bei höheren Temperaturen beträgt sie für gleiche Temperaturunterschiede mehr, als bei niedrigen, und zwar um so mehr, je mehr die Temperatur sich dem Schmelzpunkte des betreffenden Körpers nähert. Metalle zeigen verhältnissmässig noch die grössten Veränderungen.

Die Zahl, welche angiebt, um den wievielsten Theil der Länge bei

0^0 sich ein fester Körper bei einer Temperaturerhöhung von 0 bis auf 100^0 ausdehnt, heisst der **lineare Ausdehnungscoefficient** des Körpers. Um den linearen Ausdehnungscoefficienten zu ermitteln, sucht man die Veränderung durch Hebelvorrichtungen zu vergrössern. Ist der Ausdehnungscoefficient eines festen Körpers a und seine Länge bei 0^0 $= l$, so wird bei t^0 C. die Länge $l_{,} = l\left(1 + \frac{at}{100}\right)$ und die Längenzunahme $\frac{lat}{100}$; ist die Fläche desselben Körpers bei $0^0 = f^2$, so erhält man eigentlich bei t^0C. eine Fläche $f_{,}^2 = f^2\left(1 + \frac{at}{100}\right)^2$ $= f^2\left(1 + \frac{2\,at}{100} + \frac{a^2\,t^2}{100^2}\right)$, doch kann man dafür $f^2\left(1 + \frac{2\,at}{100}\right)$ setzen, und ebenso genügt es bei Berechnung des Cubikinhaltes bei t^0C. zu setzen $c_{,}^3 = c^3\left(1 + \frac{3\,at}{100}\right)$, wenn c^3 der Cubikinhalt bei 0^0 ist, statt des genauen Werthes $c^3\left(1 + \frac{3\,at}{100}\right)^3$, da a eine kleine Grösse ist, deren höhere Potenzen mithin noch kleiner ausfallen. Die Flächenzunahme beträgt hiernach $\frac{2f^2\,at}{100}$ und die Zunahme des Cubikinhaltes $\frac{3c^3\,at}{100}$, d. h. jene doppelt und diese dreimal soviel als die Längenzunahme.

Die Veränderung in der Länge bei Temperaturveränderungen kommt namentlich in Betracht bei genauen Längenmessungen, also bei Mustermassen, bei Messungen des Barometerstandes mittelst metallener Massstäbe, bei Berechnung der Stablängen zu rostförmigen Compensationspendeln u. s. w. Eine allgemeine Berücksichtigung verdient die Längenveränderung durch die Temperaturänderung überhaupt bei Verwendung namentlich von Metallen, z. B. beim Legen von Eisenbahnschienen, beim Ziehen von Telegraphendrähten, beim Baue metallener Brücken etc. Ebenso ist es mit der Flächenveränderung, z. B. bei Zinkdächern etc.

Längenausdehnungscoefficient einiger fester Körper beim Erwärmen von 0^0 bis 100^0 C.

Blei	0,002867	Eisendraht	0.001140
Bronze	0,001816	Glas	0,000850
Schmiedeeisen	0,001115	Gold	0.001514
Gusseisen	0,001109	Kupfer	0,001718

Marmor	0,000570	Stahl, gehärtet	0,001375
Messing	0,001903	,, ungehärtet	0,001079
Platin	0,000884	Zink	0,002968
Silber	0,001905	Zinn	0,002483

Bei einer Erwärmung von 0° bis 300° C. fanden Dulong und Petit folgende Längenzunahmen:

für Eisen	0,00440528	Kupfer	0,00564972
Glas	0,00303252	Platin	0,00275482

Krystalle mit ungleichen Axen zeigen in der Richtung der verschiedenen Axen verschiedene Ausdehnung, doch steht diese zu der Axenlänge selbst in keinem bestimmten Verhältnisse, ist sogar in manchen Fällen in der Richtung der kleineren Axen bedeutender, als in der der grösseren. Es zeigt sich dies besonders auffallend beim Glauberit und beim Gyps.

Ganz trockenes Holz dehnt sich bei Erwärmung nur unbedeutend nach der Länge aus.

B. Volumenveränderung tropfbarflüssiger Körper. Die Volumenveränderung bei Temperaturänderung ist bei tropfbarflüssigen Körpern bedeutender, als bei festen; schon innerhalb geringer Temperaturunterschiede veränderlich; am unregelmässigsten aber in der Nähe der Temperaturen, bei welchen die Körper fest oder luftförmig werden, also ihren Aggregatzustand ändern. Man bestimmt die Volumenänderung durch Thermometer, welche man mit den betreffenden Flüssigkeiten füllt, oder nach dem archimedischen Principe (s. Art. Princip, archimedisches), oder durch zwei communicirende Glasröhren, deren einer Schenkel auf der Temperatur 0° erhalten wird, während man den anderen erwärmt. Letztere Methode empfiehlt sich namentlich deshalb, weil der Niveauunterschied unabhängig von der Ausdehnung des Glases ist.

Wichtig ist namentlich die Ausdehnung des Quecksilbers und des Wassers. Die Ausdehnung des Quecksilbers beträgt für 1° C. zwischen 0° und 100° C. $^1/_{5550}$ und ist hier der Wärme proportional, zwischen 100° und 200° $^1/_{5425}$, zwischen 200° und 300° $^1/_{5300}$ des Volumens.

Für Wasser giebt Hällström: zwischen 0° und 30° C.

$V_t = 1 - 0{,}000057577\, t + 0{,}0000075601\, t^2 - 0{,}000000035091\, t^3$ und zwischen 30° und 100° C.

$V_t = 1 - 0{,}0000094178\, t + 0{,}00000533661\, t^2 + 0{,}0000000104086\, t^3$, wo 1 das Volumen bei 0° ist; richtiger ist aber wohl

$v_t = 1 - 0{,}00005759\, t + 0{,}000007561\, t^2 - 0{,}0000000351\, t^3$.

Im Durchschnitt kann man $^1/_{2276}$ für 1° C. rechnen.

Die Ausdehnung des absoluten Alkohols, spec. Gewicht = 0,8062 bei 0°, ist bei niedrigen Temperaturen der Wärme mehr proportional, als bei höheren.

Setzt man das Volumen bei $0^0 = 1$, so erhält man das Volumen V_t bei t^0.

$V_t = 1 + 0{,}0010151148\ t + 0{,}0000030884\ t^2 - 0{,}0000000192458\ t^3$.

Auf 1° C. beträgt die Ausdehnung für: Klauenfett $^1/_{980}$, Wallfischthran $^1/_{1000}$, Nussöl $^1/_{1100}$, Rüböl $^1/_{1120}$, Oliven- und Leinöl $^1/_{1200}$, Mohnöl $^1/_{1250}$.

Durch Verdichtung aus Gasen erhaltene Flüssigkeiten, z. B. Kohlensäure, schweflige Säure, Cyan, scheinen sich sehr bedeutend auszudehnen, z. B. flüssige Kohlensäure vergrössert ihr Volumen von 0° bis 30° C. von 1 auf 1,45.

C. Volumenveränderung luftförmigflüssiger Körper. Die luftförmigflüssigen Körper zeigen bei demselben Luftdrucke, wenn sie rein sind, alle für gleich grosse Temperaturunterschiede fast gleich grosse Volumenveränderungen, nämlich bei einer Temperaturzunahme um 100° C. eine Volumenzunahme um 0,3665. Die Volumenveränderung ist der Wärme proportional, und auch coercible Gasarten (s. Art. Coercibel) machen keinen Unterschied, so lange sie nur völlig luftförmig bleiben.

Die Versuche über die Ausdehnung der Luftarten stellt man im Allgemeinen mit einer genau calibrirten Glasröhre an, welche mit einer Kugel versehen ist. Der Inhalt der Kugel und der Röhre werden genau bestimmt und dann wird die Ausdehnung einer durch Quecksilber abgesperrten Luftmenge bei den verschiedenen Temperaturen beobachtet.

Gay-Lussac hatte die Ausdehnung der Luft für 100° C. zu 0,375 ermittelt und Lambert und Dalton waren zu demselben Resultate gelangt; aber neuere Versuche von dem Schweden Rudberg, dann von Magnus in Berlin und Regnault in Paris haben eine Berichtigung nöthig gemacht. Die Ausdehnung von 0° bis 100° C. beträgt für

	nach Magnus	nach Regnault
Atmosphärische Luft	0,366508	0,3665
Kohlensäure	0,369087	0,36896
Wasserstoff	0,365659	0,36678
Schwefelige Säure	0,385618	0,3845

Ferner nach Regnault für Stickstoff 0,36682; Stickstoffoxydul 0,36763; Kohlenoxyd 0,36667; Cyangas 0,36821; Salzsäuregas 0,36812.

Bezeichnet man das Volumen einer Luftart mit v, den Druck, unter welchem sie steht, mit p und den Ausdehnungscoefficienten für 1° C. mit a, so ist, so lange der Aggregatzustand der Luftart keine Aenderung erleidet, $v : v_, = p_, (1 + at) : p\ (1 + at_,)$ und bei ungeändertem Drucke $v : v_, = 1 + at : 1 + at_,$. Aus der ersten Proportion

folgt, dass $\frac{vp}{1 + at} = \frac{v_{,}p_{,}}{1 + at_{,}}$ ist; folglich ist $\frac{vp}{1 + at}$ für jede Luftart eine constante Grösse und mithin auch $\frac{avp}{1 + at}$. Für atmosphärische Luft ist $\frac{avp}{1 + at} = 29,272$.

Ausdehnungscoefficient, s. Art. Ausdehnung der Körper durch die Wärme.

Ausfluss ist die fortschreitende Bewegung einer sowohl tropfbaren, als luftförmigen Flüssigkeit beim Hervortreten derselben aus einer Oeffnung eines Behälters. Die bei tropfbaren Flüssigkeiten hierbei geltenden Gesetze bilden die Grundlage der Hydrodynamik oder Hydraulik, die bei luftförmigen Flüssigkeiten geltenden die der Aërodynamik oder Pneumatik. Bei den ersteren ist die leichte Verschiebbarkeit der Flüssigkeitstheilchen und die dadurch herbeigeführte innere Bewegung ein die Erforschung der Gesetze wesentlich erschwerendes Hinderniss; bei den letzteren kommt noch ausserdem hinzu die fortwährende Veränderung in der Elasticität und Dichtigkeit nicht nur in dem Raume, aus welchem das Ausströmen, sondern auch in dem, in welchem das Einströmen stattfindet.

A. Ausströmen tropfbarer Flüssigkeiten. Hat man ein mit Flüssigkeit, z. B. mit Wasser, gefülltes Gefäss, in dessen Boden oder Seitenwand an einer mit einem dünnen Metallblättchen versehenen Stelle eine Oeffnung angebracht ist, so wird die Flüssigkeit aus der Oeffnung ausströmen, und es kommt nun darauf an, die Geschwindigkeit zu ermitteln, mit welcher die Flüssigkeit aus der Oeffnung heraustritt. Torricelli hat zuerst das hier geltende Gesetz als Erfahrungssatz, aber ohne theoretische Ableitung, also ohne Beweis, ausgesprochen, nämlich, dass die Geschwindigkeit, mit welcher die Flüssigkeit aus der Oeffnung heraustritt, gleich sei der Geschwindigkeit eines durch die Druckhöhe frei fallenden Körpers, dass also, wenn wir mit h die Druckhöhe, d. h. die Tiefe der Oeffnung unter der Flüssigkeitsoberfläche, ferner mit g die Endgeschwindigkeit eines freifallenden Körpers am Ende der ersten Secunde, d. h. die Grösse der Beschleunigung beim freien Falle (s. Art. Fall der Körper. A. 3), bezeichnen, die Austrittsgeschwindigkeit $c = \sqrt{2gh}$ sei. Dies Gesetz heisst das Torricellische Theorem.

Um dies Gesetz durch das Experiment zu prüfen, kann man verschiedene Wege einschlagen. Man bringe die Oeffnung so an, dass der austretende Strahl vertical, oder nahe vertical aufsteigen muss. Die Erfahrung zeigt, dass der Strahl beinahe bis zu dem Niveau der Flüssigkeit aufsteigt, wenn man das Niveau stets auf derselben Höhe erhält;

folglich tritt die Flüssigkeit mit derselben Geschwindigkeit heraus, welche ein durch die Höhe fallender Körper erlangt. Oder man lasse die Flüssigkeit aus dem fortwährend bis zu derselben Höhe gefüllten Gefässe durch eine Seitenöffnung austreten und ermittele den horizontalen und verticalen Abstand einer Stelle des Strahles. Die Erfahrung zeigt, dass diese beiden Grössen einer Parabel entsprechen, wie bei einem horizontal mit einer der Druckhöhe entsprechenden Geschwindigkeit geworfenen Körper. Ist der horizontale Abstand $= x$, der verticale $= y$, so findet man $y^2 = 4hx$. Oder man fange die aus dem fortwährend bis zu derselben Höhe gefüllten Gefässe in einer Zeit von t Secunden ausströmende Flüssigkeit auf, reducire dieselbe auf ein Prisma oder einen Cylinder, je nach der Gestalt der Oeffnung, von einem der Oeffnung gleichen Querschnitte und dividire die Länge desselben durch die Zahl t. Man erhält alsdann eine Grösse, welche $\sqrt{2gh}$ entspricht. Oder man benutze die Mariotte'sche Flasche (s. Art. Flasche, Mariotte'sche).

Theoretisch lässt sich das Gesetz auf folgende Weise ableiten. Man denke sich in dem horizontalen Boden des Gefässes eine Oeffnung. Fiele die unmittelbar über der Oeffnung stehende Schicht der Flüssigkeit von der kleinen Höhe h' für sich heraus, so hätte sie den Weg h' freifallend zurückgelegt, also die Geschwindigkeit $\sqrt{2gh'}$ erhalten. Nun lastet aber auf dieser Schicht, abgesehen von allen seitlichen Störungen, die Schwere der ganzen bis zur Oberfläche reichenden Flüssigkeitssäule; die beschleunigende Kraft g ist also hier nicht wirkend, sondern eine beschleunigende Kraft g', welche sich zu g verhält, wie die Höhe h zu h', d. h. $g_, : g = h : h_,$; folglich ist hier $g_, = g\frac{h}{h_,}$ in Rechnung zu nehmen, d. h. wir erhalten statt $\sqrt{2gh'}$ jetzt $\sqrt{2g\frac{hh_,}{h_,}}$ oder $\sqrt{2gh}$.

Aus diesem Gesetze folgt, dass die Ausflussgeschwindigkeit nur abhängt von der Tiefe der Oeffnung unter der Oberfläche, nicht aber von dem specifischen Gewichte der Flüssigkeit. Wäre z. B. in dem Gefässe Quecksilber statt des Wassers, so wäre zwar der Druck der über der Oeffnung stehenden Quecksilbersäule 13,6 mal grösser, als bei Wasser, dafür aber auch die zu bewegende Masse ebensovielmal grösser.

Bei verschiedenen Druckhöhen verhalten sich die Ausflussgeschwindigkeiten wie die Quadratwurzeln aus diesen Höhen; denn da $c = \sqrt{2gh}$ und $c_, = \sqrt{2gh_,}$ ist, so ist $c : c_, = \sqrt{h} : \sqrt{h_,}$. Dies Gesetz lässt sich leicht mit Hilfe der Mariotte'schen Flasche prüfen. — Bei Seitenöffnungen, welche nicht sehr gross sind, nimmt man die Entfernung des Schwerpunktes der Oeffnung von der Oberfläche als Druckhöhe an.

Bewegt sich ein Gefäss, aus dessen Boden Flüssigkeit ausströmt,

gleichförmig beschleunigt mit der Acceleration (s. Art. Acceleration) γ vertical aufwärts, so ist die Ausflussgeschwindigkeit $c = \sqrt{2(g+\gamma)h}$; erfolgt aber die Bewegung vertical abwärts, so wird $c = \sqrt{2(g-\gamma)h}$; und fällt das Gefäss frei herab, so ist $c = 0$, d. h. es fliesst während des Fallens nichts heraus.

Wenn das Niveau nicht auf derselben Höhe erhalten wird, sondern die Flüssigkeit ausströmt, ohne dass ein Nachfluss stattfindet, so verhalten sich zu verschiedenen Zeiten die Ausflussgeschwindigkeiten wie die Quadratwurzeln aus den jedesmaligen Höhen. Ist das Gefäss cylindrisch oder prismatisch und ermittelt man die Zeit, in welcher das Gefäss sich ganz ausleert, so erhält man die anfängliche Ausflussgeschwindigkeit, wenn man den doppelten Inhalt des Gefässes durch das Product aus der in Secunden ausgedrückten Ausflusszeit und dem Inhalte der Oeffnung dividirt; also $c = \frac{2V}{TF}$, wo V der Cubikinhalt, T die Ausflusszeit und F die Fläche der Oeffnung in der Längenmasseinheit, welche dem Cubikinhalte zu Grunde liegt, ist. — Soll das Niveau mit gleichbleibender Geschwindigkeit sinken, so müssen sich die Querschnitte wie die Quadratwurzeln aus den Höhen verhalten; sind die Querschnitte Kreise, so müssen die Durchmesser derselben in dem Verhältnisse der vierten Wurzeln aus den Höhen stehen.

Ist ein Gefäss nur theilweis mit Flüssigkeit gefüllt und erhält es fortwährend in gleicher Menge Zufluss, während zugleich unten die Flüssigkeit abfliesst, so wird schliesslich bei einer gewissen Höhe der Zufluss gleich dem Abflusse sein und zwar wird diese Höhe die ursprüngliche übersteigen, wenn der Zufluss den Abfluss übertrifft, aber niedriger als diese sein, wenn der Zufluss weniger als der anfängliche Abfluss beträgt. Bezeichnet Z die Zuflussmenge in einer Secunde und F die Abflussöffnung, so ist die constante Höhe $h = \frac{1}{2g}\left(\frac{Z}{F}\right)^2$, da $Z = F\sqrt{2gh}$ sein muss.

Die angegebenen Versuche, welche sich theoretisch auf das Torricelli'sche Theorem gründen, geben in Wirklichkeit keine genaue Uebereinstimmung, so dass das Resultat der Beobachtung mit der Theorie in Widerspruch tritt. Man findet namentlich, dass die Ausflussmenge nur etwa $^2/_3$, genauer nur 0,62, der theoretisch berechneten beträgt. Es hat dies darin seinen Grund, dass bei der theoretischen Ableitung Voraussetzungen gemacht worden sind, welche in Wirklichkeit nicht statt finden. Es treten nämlich im Innern der Flüssigkeit Störungen beim Ausfliessen ein in Folge der leichten Verschiebbarkeit der Flüssigkeitstheilchen, welche auf den Ausfluss einwirken. Es wird daher eine nähere Betrachtung des ausfliessenden Strahles nothwendig.

Der aus einer runden Oeffnung in dem Boden des Gefässes austretende Strahl ergiebt sich bei genauerer Betrachtung nicht cylindrisch, wie vorausgesetzt worden ist, sondern er verjüngt sich, zieht sich zusammen und nimmt eine kegelförmige Gestalt an. Man nennt dies die Contraction oder Zusammenziehung des Strahles (*contractio venae*) und erkennt darin leicht die Wirkung der von der Seite her der Oeffnung zuströmenden Flüssigkeit. Die Wirkung der Contraction ist so, als ob die engste Stelle des zusammengezogenen Strahles die wirkliche Ausflussöffnung wäre. Ist $F_{,}$ der Querschnitt des zusammengezogenen Strahles an seiner kleinsten Stelle und F der Querschnitt der Mündung, so ist $\frac{F_{,}}{F}$ der sogenannte Contractionscoefficient. Dieser beträgt für den Ausfluss des Wassers durch Mündungen in einer dünnen Wand im Mittel 0,64. Das Verhältniss der wirklichen Ausflussgeschwindigkeit zu der theoretischen heisst der Geschwindigkeitscoefficient und beträgt für eine dünne Wand im Mittel 0,97. Das Verhältniss der wirklichen Ausflussmenge zu der theoretischen heisst der Ausflusscoefficient. Derselbe ist das Product aus dem Contractions- und aus dem Geschwindigkeitscoefficienten und beträgt daher im Mittel für eine dünne Wand 0,62.

Die Contractionscoefficienten für den Ausfluss aus verticalen Oeffnungen in dünnen Wänden haben Poncelet und Lesbros durch zahlreiche Versuche ermittelt. Folgendes sind einige Resultate für rechtwinkelige verticale Oeffnungen von 0,2 Meter Breite:

Druckhöhe über dem oberen Rande der Oeffnung.	Coefficient für die Wassermenge, wenn die Höhe der Oeffnung ist:					
	0,20 m	0,10 m	0,05 m	0,03 m	0,02 m	0,01 m
Meter.						
0,1	0,592	0,611	0,630	0,637	0,654	0,666
1	0,605	0,615	0,626	0,628	0,633	0,632
2	0,601	0,607	0,613	0,612	0,612	0,611
3	0,601	0,603	0,606	0,608	0,610	0,609

Wenn sich die Oeffnung unter Wasser befindet an irgend einem Orte der Gefässwand, so hat man als Druckhöhe den Verticalabstand der Wasserspiegel innerhalb und ausserhalb des Gefässes in Rechnung zu nehmen, und es gelten dann ebenfalls die vorstehenden Coefficienten, wenn man die oben angegebene Druckhöhe zu Grunde legt.

Lässt man die Flüssigkeit nicht durch eine einfache Wandöffnung ausfliessen, sondern durch kurze Röhren, so ändert sich die Ausflussmenge je nach der Gestalt der Röhre. Hat die Ausflussröhre eine der Contraction entsprechende conische Gestalt und nimmt man als Ausfluss-

öffnung den Querschnitt der Röhre an ihrem Ende an, so stimmt die Ausflussmenge mit der theoretisch berechneten. Wird die conische Röhre von der Flüssigkeit benetzt, oder setzt man an das erste conische Rohr noch ein zweites, welches sich wieder erweitert und allmälig in einen Cylinder von der Weite der Ausflussöffnung übergeht, so ist die Ausflussmenge nicht 0,62 der theoretischen, sondern 0,8 bis 0,9 derselben.

Nach Versuchen von Castel muss man für den Ausfluss aus Ansatzröhren den theoretischen Werth der Ausflussmenge und Ausflussgeschwindigkeit, für welchen der äussere kleinere Querschnitt der Ansatzröhre als Oeffnung zu Grunde liegt, mit folgenden Zahlen multipliciren. Es stellt sich dabei heraus, dass die Ausflussmenge bei einem Convergenzwinkel von 12° im Maximum ist.

Convergenz-winkel.	Coefficient für die	
	Ausflussmenge.	Ausflussge-schwindigkeit.
0°	0,829	0,830
6°	0,924	0,924
12	0,946	0,950
18	0,930	0,972
24	0,910	0,975
30	0,894	0,978

Für kurze cylindrische Ansatzröhren fand Eitelwein folgende Resultate:

Verhältniss der Länge zum Durchmesser der Röhre.	Coefficient der Ausfluss-menge.
1 oder kleiner als 1	0,62
2 bis 3	0,82
12	0,77
24	0,73
36	0,78
48	0,63
60	0,60

Den Ausfluss durch sehr enge Röhren (Haarröhrchen), der von dem Torricelli'schen Gesetze völlig abweichend ist, haben namentlich Hagen und Poiseuille untersucht, und beide sind im Allgemeinen zu demselben Resultate gelangt, jener durch theoretische Betrachtungen, dieser durch Experimente. In diesem Falle sind die Ausflusszeiten umgekehrt proportional den Druckhöhen; es wird also die Ausflusszeit 10mal kleiner, wenn die Druckhöhe 10mal grösser wird. Ferner sind die Ausflusszeiten proportional den Röhrenlängen, wenn der Durchmesser des Röhrchens und die Druckhöhe dieselben bleiben, nur dürfen die Röhrchen nicht zu kurz sein. Bei gleichem Drucke und gleicher Länge

stehen die Ausflusszeiten im umgekehrten Verhältnisse mit den vierten Potenzen der Durchmesser. Nimmt die in einer Secunde ausgeflossene Menge das Volumen V ein, ist die Druckhöhe h, der Durchmesser des Röhrchens d und die Länge desselben l, wobei für alle Bestimmungen dieselbe Längenmasseinheit zu Grunde liegt, so ist $V = c. \frac{h.d^4}{l}$, wo c ein von der Natur der Flüssigkeit und der Temperatur abhängiger Coefficient ist, und zwar = 135,35 für Wasser von 0° C. Mit steigender Temperatur nimmt die Ausflusszeit ab.

Gestalt des Strahles. Bei einer kreisförmigen Oeffnung wird der Strahl von da ab, wo die Contraction am stärksten ist, wieder mehr cylindrisch. Anders ist es bei quadratischen, rechteckigen, kreuzförmigen etc. Oeffnungen. Bei einer quadratischen Oeffnung zeigen sich unterhalb der stärksten Zusammenziehung des Strahles vier Flächen, welche verlängert auf der Mitte der Seiten der Oeffnung senkrecht stehen; dann kommen weiter unten zwei Flächen, welche mit den Diagonalen zusammenfallen; hierauf kommen wieder vier Flächen wie vorher, denen abermals zwei Flächen in den Diagonalen folgen u. s. f., so dass oft 8 bis 9 solcher Wechsel eintreten.

Bei einer rechteckigen Oeffnung, die etwa zehnmal länger als breit ist, ist der Strahl bald nach seinem Austreten stark zusammengezogen, und zwar bildet sich eine Fläche mit zwei scharfen Rändern; hierauf folgt eine zu der vorigen senkrecht stehende Fläche, die sich nach unten immermehr zusammenzieht; unterhalb dieser Fläche bildet sich dann eine ähnliche, aber zu derselben senkrecht stehende u. s. f.

Bei einer kreuzförmigen Oeffnung bilden sich vier scharfe Ränder, die sich nach unten zusammenziehen und denen dann vier neue scharfe Ränder folgen, welche die Winkel der vorigen halbiren u. s. f.

Betrachtet man nun einen aus einer kreisförmigen Oeffnung heraustretenden Strahl näher, so entdeckt man bei diesem auch Anschwellungen und Einschnürungen, und bei noch genauerer Untersuchung, die namentlich Savart angestellt hat, ergiebt sich, dass der Strahl aus sehr kleinen runden Tropfen besteht, welche mit grösseren von sehr verschiedener Gestalt abwechseln, so dass der Strahl nur scheinbar ein Zusammenhängendes bildet.

Alle diese Erscheinungen haben ihren Grund in der inneren Bewegung der Flüssigkeit, die von allen Seiten nach der Oeffnung hindrängt. Ist das Zuströmen zu der Oeffnung ein allseitiges, so entsteht eine vollständige Contraction; ist hingegen das Zuströmen nicht gleichmässig von allen Seiten, wie es z. B. der Fall sein wird, wenn die Oeffnung in einer Ecke des Bodens angebracht wäre, so ist die Contraction nur unvollständig oder partiel. So ist auch die Contraction un-

vollständig bei Ueberfällen, wo die Flüssigkeit an der Oberfläche überströmt.

B. Ausströmen der Luft. Ein Ausströmen von Luft wird aus einem Behälter eintreten, wenn vor der Oeffnung ein leerer Raum ist, oder sich eine Luft befindet, welche unter einem geringeren Drucke steht, also auch eine geringere Expansion ausübt.

Nehmen wir an, dass die Luft in den leeren Raum ausströmt, so wird für die Ausflussgeschwindigkeit dasselbe Gesetz gelten, wie für tropfbare Flüssigkeiten, da die Verschiebbarkeit der Theilchen auch der Luft zukommt; es wird also auch hier $c = \sqrt{2gh}$ sein, nur verlangt h noch eine nähere Bestimmung. Ist d die Dichtigkeit der unter dem Drucke einer Quecksilbersäule b bei der Temperatur 0° C. ausströmenden Luft, D die Dichtigkeit des Quecksilbers, so giebt $\frac{D}{d}$ an, wie vielmal das Quecksilber dichter ist, als die Luft. Soll nun die Luftsäule denselben Druck ausüben, wie die Quecksilbersäule b, so müsste ihre Höhe $b.\frac{D}{d}$ sein, folglich erhalten wir, wenn wir für h diesen Werth setzen, als Ausflussgeschwindigkeit $c = \sqrt{2g.\ b.\frac{D}{d}}$. Wäre z. B. $d = \frac{1}{770}$, $D = 13{,}6$ und $b = 28''$, so würde die Ausflussgeschwindigkeit 1235',7 oder in runder Zahl 1200' sein.

Bei gleicher Temperatur ist die Geschwindigkeit, mit welcher Luft in den leeren Raum einströmt, stets dieselbe, unter welchem Drucke sie auch stehen mag, weil sich nach dem Mariotte'schen Gesetze (s. d. Art.) $b : b_, = d : d_,$ verhält, also $\frac{b}{d} = \frac{b_,}{d_,}$ ist.

Eine Luftart strömt unter demselben Drucke um so schneller in einen leeren Raum ein, je leichter dieselbe ist, und zwar verhalten sich die Geschwindigkeiten umgekehrt wie die Quadratwurzeln aus den Dichtigkeiten, denn es ist $c : c_, = \sqrt{2g.\ b.\frac{D}{d}} : \sqrt{2g.\ b.\frac{D}{d_,}} = \sqrt{\frac{1}{d}} : \sqrt{\frac{1}{d_,}} = \sqrt{d_,} : \sqrt{d}.$

Da ein anfänglich luftleerer Raum durch die einströmende Luft aufhört, luftleer zu sein, so gelten diese Gesetze nur für den Augenblick des Anfangs. Es fragt sich also, mit welcher Geschwindigkeit eine Luftart in einen bereits mit Luft, welche unter einem schwächeren Drucke steht, gefüllten Raum einströmt. Da diese Luft, in welche das Einströmen erfolgt, der Richtung der Bewegung entgegenwirkt, so muss die

Geschwindigkeit des Einströmens verringert werden, und zwar wird es so sein, als ob die Luft unter einem Drucke, welcher der Differenz der beiden Drücke gleich ist, in den leeren Raum einströmte. Es wird also $c : c_{,} = \sqrt{b} : \sqrt{b - b_{,}}$ sich verhalten und mithin $c_{,} = c \sqrt{\frac{b - b_{,}}{b}}$ sein, wenn b die Höhe einer Quecksilbersäule ausdrückt, unter deren Drucke die ausströmende Luft steht, und $b_{,}$ ebenso die einer Quecksilbersäule für die Luft, in welche das Einströmen geschieht. Setzt man für c seinen Werth, so erhält man

$$c_{,} = \sqrt{2g . b . \frac{D}{d} . \frac{b - b_{,}}{b}} = \sqrt{2\,g\,(b - b_{,})\frac{D}{d}}.$$

Versuche, diese theoretischen Resultate zu prüfen, sind mit grossen Schwierigkeiten verbunden, aber vielfach angestellt worden, um die unter verschiedenen Umständen anzubringenden Correctionscoefficienten zu ermitteln. Eine Hauptschwierigkeit besteht darin, dass diese Coefficienten sich mit dem Drucke verändern, während dieselben im Allgemeinen bei tropfbaren Flüssigkeiten constant sind.

Strömt die Luft durch nicht zu enge und nicht zu lange Ansatzröhren aus, so wird die Ausflussmenge der Luft ebenso, wie bei tropfbaren Flüssigkeiten, grösser; bei conischen Ansatzröhren, deren grösserer Querschnitt nach aussen gerichtet ist, hat man sogar eine die theoretisch berechnete übertreffende Ausflussmenge gefunden. Bei langen dünnen Ausflussröhren gelten auch hier ganz andere Gesetze. Girard fand in diesem Falle, dass bei gleichem Drucke Luftarten von verschiedener Dichtigkeit durch lange Röhren mit derselben Geschwindigkeit ausströmen; dass bei nicht zu engen Röhren die Ausflussmengen sich wie die Drücke der ausströmenden Luft und umgekehrt wie die Quadrate der Röhrenlängen verhalten.

Für das Einströmen der äusseren kalten Luft in einen Schornstein nimmt man die Geschwindigkeit an, mit welcher ein Körper fällt, nachdem er einen Weg zurückgelegt hat, welcher soviel beträgt, als die Länge der durch die erhöhte Temperatur ausgedehnten Luftsäule in dem Schornsteine, wenn sie auf die Temperatur der äusseren Luft reducirt wird, verschieden von der Länge des Schornsteins ist, oder — was dasselbe ist — verschieden ist von der Länge einer Luftsäule von der Temperatur der äussern Luft, welche den Schornstein füllen würde. Ist also die Höhe des durchweg gleichweiten Schornsteines h, der Temperaturunterschied der innern und äussern Luft t, so erhält man

$$c = \sqrt{2g . \frac{0{,}003665 . t . h.}{1 + 0{,}003665 . t.}}$$

Ausflusscoefficient, s. Art. Ausfluss.

Ausflussthermometer, s. Gewichtsthermometer.

Ausfrieren bezeichnet die Ausscheidung von reinem oder fast reinem Eise aus Wasser, welches nur wenig von einer Substanz gelöst enthält. Es geschieht dies dadurch, dass man das Wasser bis unter den Gefrierpunkt abkühlt. Die Lösung wird durch dies Ausfrieren concentrirter.

Ausladeelectrometer, s. Flasche, Lane'sche.

Ausladen oder entladen, s. Art. Auslader.

Auslader oder Entlader ist ein Instrument, durch welches man starke Electricität aus einem Körper heraus- oder zu bestimmten Körpern hinleiten kann, ohne dass dieselbe durch den Körper der Person geht, welche dabei thätig ist. Man unterscheidet den gewöhnlichen und den allgemeinen oder Henley'schen Auslader.

Der gewöhnliche Auslader besteht aus zwei, nicht zu schwachen, an dem einen Ende mit Metallkugeln versehenen, an dem andern Ende um ein Charnier beweglichen Metalldrähten von je etwa 9 bis 12 Zoll Länge, und ist gewöhnlich bei dem Charniere an einem gläsernen Handgriffe befestigt oder an jedem Drahte mit einem solchen versehen. Will man z. B. eine Verstärkungsflasche entladen, so öffnet man die beiden Kugeln etwas weiter als der Abstand der zur inneren Belegung führenden Kugel von der äussern Belegung beträgt, fasst den Glasgriff, legt die eine Kugel des Ausladers an die äussere Belegung und berührt hierauf die Kugel der inneren Belegung mit der anderen Kugel des Ausladers.

Der allgemeine oder Henley'sche Auslader besteht aus zwei auf einem Brette stehenden Glassäulen, an deren oberem Ende zwei messingene in einem Charniere bewegliche starke Drähte sich verschieben lassen, so dass diese Drähte nicht nur in einer Ebene auf und nieder bewegt, sondern auch mit ihren einander zugewendeten Enden einander mehr oder weniger genähert werden können. Die einander zugewendeten Enden tragen entweder festsitzende Metallkugeln, oder es können solche aufgesteckt werden, in welchem Falle die Drähte geschlitzt zu sein pflegen, um in die Spalten andere Körper einklemmen zu können; die anderen Enden tragen Kugeln oder Ringe. In der Mitte zwischen den beiden Glassäulen ist ein Tischchen, welches aus einer Platte von einer isolirenden Substanz oder wenigstens von recht trockenem und kantenfreiem Holze mit einem isolirenden Fusse besteht und höher oder niedriger gestellt werden kann. Auf das Tischchen bringt man den Körper, an welchem man die Wirkung electrischer Schläge erproben will, so dass er zwischen den Enden der beiden Drähte steht; setzt dann das eine äussere Drahtende durch ein Metallkettchen mit der äusseren Belegung der Flasche oder Batterie in Verbindung und das andere Drahtende mittelst des gewöhnlichen Ausladers mit der inneren Belegung.

Zu den Ausladern kann man auch die Lane'sche Flasche rechnen, deren man sich bedient, um eine andere Flasche oder Batterie stets mit derselben Stärke zu laden. Das Nähere im Art. Flasche, Lane'sche.

Ausschlag oder **Ausschlagswinkel**, s. Art. Pendel und Waage.

Ausstrahlung der Wärme, s. Wärme, strahlende.

Auster und **Notos** bezeichnete im Alterthume unsern Südwind.

Australschein oder Südlicht, s. Polarlicht.

Austrocknen bezeichnet die Entfernung der Feuchtigkeit, welche einer Substanz anhängt, oder des in ihnen gebundenen Wassers durch Erwärmung.

Auswittern, s. Effloresciren.

Auswurfs-Kegel, s. Vulkan.

Auswurfs-Krater, s. Krater.

Autoclaves sind Digestoren (s. Art. Digestor) für den Küchengebrauch.

Automat heisst jede Maschine, deren Bewegungsmechanismus versteckt angebracht ist, so dass es den Anschein gewinnt, als ob die Bewegungen aus der eigenen Willensbestimmung der Maschine hervorgingen. Menschenähnliche Automaten nennt man auch Androiden.

Auxometer oder Auzometer ist ein Instrument zur Messung der bei einem Fernrohre stattfindenden Vergrösserung. Der wesentlichste Theil eines solchen von Adams angegebenen Instrumentes besteht aus einer dünnen durchsichtigen Hornscheibe, auf welcher $^1/_{100}$ Zoll von einander abstehende parallele Striche gezogen sind. Ramsden benutzte zur Bestimmung der Vergrösserung die beiden Stücke einer halbirten Linse, indem er die beiden Bilder zur Berührung brachte und aus dem Abstande beider Gläser den Durchmesser des Bildes bestimmte.

Bei Fernröhren, deren Vergrösserung das 20- bis 30fache nicht überschreitet, und wenn es auf keine ganz genaue Bestimmung ankommt, reicht es aus, das Rohr auf ein Ziegeldach oder auf einen Staketenzaun zu richten, mit einem Auge durch das Rohr und mit dem anderen neben demselben weg auf dieselbe Stelle zu blicken. Eine Vergleichung beider Ansichten giebt die Vergrösserung.

Axe heisst in der Geometrie eine gerade Linie, um welche alle Punkte einer krummen Linie oder einer Fläche in regelmässiger Weise gruppirt sind. Als Beispiel dienen die Axen der Kegelschnitte, des Kegels, des Cylinders, der Krystalle (s. Krystallographie. A.)

In der Mechanik nennt man diejenige Linie die Axe eines Körpers, um welche sich derselbe so herumbewegt, dass jeder Punkt desselben einen Kreis durchläuft, dessen Mittelpunkt auf jener Axe liegt, z. B. die Bewegung eines Wagenrades um seine Axe, die Rotation der Erde um ihre Axe etc. Bei der Waage ist die Schneide der Welle die Axe. Bei einem Pendel nennt man die Axe die Schwingungsaxe oder Oscillationsaxe.

In der Physik liegt im Allgemeinen die geometrische Auffassung zu Grunde. So nennt man die gerade Linie, welche die beiden Pole

eines Magnets verbindet, die Axe desselben; ebenso unterscheidet man neben der geographischen Axe der Erde noch ihre magnetische Axe, welche die beiden Magnetpole der Erde verbindet. Bei Körpern doppelter Strahlenbrechung heisst die krystallographische Hauptaxe auch die optische Axe, da in ihrer Richtung gleichsam keine doppelte Brechung stattfindet, so dass sie optisch von jeder anderen Richtung verschieden ist. Das Nähere hierüber im Art. Brechung des Lichts, wo auch über zweiaxige Krystalle das Erforderliche zu finden ist.

Ist die Masse eines rotirenden Körpers symmetrisch um die Axe vertheilt, so nennt man die Axe eine freie, z. B. bei einem Kreisel, bei einem Schwungrade etc. Eine freie Axe erleidet keine Spannung und keinen Druck nach irgend einer Seite, weil die Schwungkraft des einen Theilchens durch die entgegengesetzte eines andern aufgehoben wird.

B.

Babinet's Hahn zur Verringerung des schädlichen Raums bei der Ventilluftpumpe (s, Art. Hahn.)

Baco's (von Verulam) Gesetz betrifft die Winddrehungen. S. Art. Wind.

Bad, electrisches, nannte man früher eine Anwendung der Electricität auf den menschlichen Körper, bei welcher man den isolirten Körper mit dem positiven oder negativen Conductor der Electrisirmaschine in leitende Verbindung brachte und ihn so in den einen oder anderen electrischen Zustand versetzte, um dadurch gegen gewisse Krankheiten anzukämpfen. Früher bediente man sich hierbei der Electrisirmaschine, also der Reibungselectricität; jetzt findet in medicinischer Beziehung meistens die inducirte Electricität Verwendung.

Bagration's Kette besteht aus Töpfen, die mit Erde gefüllt sind, welche mit concentrirter Salmiaklösung oder Chlorammoniak getränkt ist und eine eingesenkte Kupfer- und Zinkplatte enthält.

Bahn oder **Weg** heisst der von einem bewegten Körper durchlaufene Raum. Eigentlich ist der Weg eines Körpers ein mathematischer Körper: man berücksichtigt indessen gewöhnlich nur den Weg eines Punktes desselben, und deshalb behandelt man den Weg eines Körpers als eine Linie. Bei einem fallenden Körper fasst man den Weg des Schwerpunktes als Bahn auf, und es fällt also die Bahn mit der Falllinie zusammen (s. Art. Falllinie); in anderen Fällen hält man sich oft an den Weg des Mittelpunktes etc.

Die Bahn eines bewegten Körpers ist entweder geradlinig oder krummlinig, oder gebrochen geradlinig, oder gemischtlinig.

Balance nennt man wohl auch die Unruhe einer Taschenuhr oder eines Chronometers.

Balancier heisst ein doppelarmiger Hebel (Waagebalken), durch welchen bei vielen Dampfmaschinen, z. B. den Watt'schen, die durch den Dampf erzeugte hin- und hergehende Bewegung der Kolbenstange auf die Arbeitsmaschine übertragen wird. S. Art. Dampfmaschine. — Balancier sagt man auch statt Balance (vergl. d. Art.).

Balanciren heisst einen in labiler Stellung (s. Art. Labil) stehenden Körper auf einer möglichst kleinen Unterstützung halten, ohne dass er umfällt.

Ein Körper ist um so leichter zu balanciren, je höher sein Schwerpunkt liegt, weil bei dem höheren Schwerpunkte eine kleinere Neigung die Falllinie (s. Art. Falllinie) schon ebenso weit aus der Unterstützung heraus bringt, als bei dem tiefer liegenden; man das Fallenwollen des Körpers also bei höherem Schwerpunkte schon bei kleinerer Neigung ebenso stark fühlt, als bei dem tieferen Schwerpunkte; man den Körper aber um so leichter wieder in die richtige Lage, bei welcher die Falllinie in die Unterstützung treffen muss, bringen kann, je weniger er aus derselben gekommen ist. — Das Gehen auf dem Seile, das Schlittschuhlaufen etc. ist ein Balanciren. Der Gang der Thiere, die verschiedenen Stellungen des Menschen etc. beruhen zum Theil auf dem Gesetze des Balancirens.

Ein Körper wird auch leichter balancirt, wenn er um eine durch die Unterstützung gehende Axe rotirt, als wenn er still steht, z. B. ein Kreisel. Es beruht dies auf der Wirkung der Schwungkraft, durch welche die Axe in ihrer Lage erhalten wird. Vergl. Art. Axe, freie, ausserdem Rotationsapparat, Fessel'scher.

Balancirstange ist eine gewöhnlich an den Enden mit Metall beschwerte Stange, deren sich die Seiltänzer bedienen. Der Vortheil, welchen eine solche Stange gewährt, beruht darauf, dass der Seiltänzer durch eine Bewegung derselben die Falllinie auf das Seil bringen kann, ohne den ganzen Körper zu bewegen. Ohne Balancirstange auf dem Seile zu gehen ist viel schwerer, als mit einer solchen. Anfänger im Schlittschuhlaufen bedienen sich ihrer Arme gewissermassen als Balancirstangen.

Balggebläse, s. Art. Blasebalg.

Ballistik ist die Lehre von der Wurfbewegung. Vergl. Art. Wurf.

Ballistische Curve ist die Bahn eines in der Luft geworfenen Körpers, welche wegen des Widerstandes der Luft von der theoretischen Bahn, die eine Parabel ist, bedeutend abweicht. Vergl. Art. Wurf.

Barancos nennt man die radienförmigen Einschnitte bei den Erhebungs-Kratern.

Barlow's Rad ist ein Apparat, welcher auf der gegenseitigen Einwirkung eines Magnets und eines electrischen Stromes beruht, worüber das Oersted'sche Gesetz und Art. Electromagnetismus das Nähere angeben. Der Apparat besteht aus einem kupfernen sternförmigen Rädchen, welches sich um eine horizontale Axe in einem gabelförmigen Drahte drehen kann. Die Ebene des Rädchens befindet sich zwischen den Schenkeln eines Hufeisenmagnets und die unteren Zähne reichen in Quecksilber, welches in einer Vertiefung zwischen den Schenkeln des Magnets in dem Brette, auf welchem dieser ruht, sich befindet. Schliesst man einen electrischen Strom, indem man den einen Schliessungsdraht in das Quecksilber taucht, den anderen mit dem gabelförmigen Drahte verbindet, so dass der Strom durch das Rädchen gehen muss, so dreht sich das Rädchen um seine Axe. Aendert man die Richtung des Stromes, oder legt man den Magnet um, so dass der Südpol dahin kommt, wo vorher der Nordpol lag, so rotirt das Rädchen in entgegengesetzter Richtung.

Tritt der positive Strom beim Quecksilber ein und betrachtet man das Rädchen von der Seite des Nordpoles des Magnets, so rotirt das Rädchen von Rechts nach Links, weil der positive Strom, den man sich in rechtsgewundener Schraubenlinie von dem Südpole nach dem Nordpole des Magnets gehend denken kann, auf der Seite des Rädchens sowohl bei dem Nordpole als Südpole von unten nach oben geht, also das zum Schliessungsdrahte gehörige Rädchen nach oben gestossen wird.

Barometer, Luftschweremesser, Wetterglas, Baroskop, ist ein Instrument zur Messung der Stärke des Druckes, welchen die atmosphärische Luft ausübt.

Die atmosphärische Luft übt, da sie Schwere besitzt (s. Art. Atmosphäre), einen Druck aus und veranlasst dadurch das Aufsteigen von Flüssigkeiten im leeren Raume und in Räumen, welche mit Luft erfüllt sind, die einen schwächeren Druck ausübt. Früher erklärte man die eben angegebene Erscheinung nach Aristoteles durch einen Abscheu der Natur vor dem leeren Raume (*horror vacui*); als aber in Florenz bei Anlage einer Wasserpumpe mit sehr langem Saugrohre die Beobachtung gemacht wurde, dass das Wasser nicht höher als 32 Fuss stieg, wurde es Galilei, den man um Rath fragte, klar, dass die Ansicht des Aristoteles nicht richtig sein könnte. Ohne die wahre Ursache entdeckt zu haben, starb Galilei am 8. Januar 1642 und seinem Schüler Evangelista Torricelli war es vorbehalten, 1643 die Erscheinung aus dem Drucke der Luft, welchen sie als schwerer Körper ausüben müsse, zu erklären. Die atmosphärische Luft, sagte er, übt einen Druck aus, welcher demjenigen gleich ist, den eine 32 Fuss hohe Wassersäule ausübt, folglich wird der Druck einer 13,5mal niedrigeren, also $28^4/_9$ Zoll hohen Quecksilbersäule, da das Quecksilber das specifische Gewicht 13,5 besitzt, ebenfalls diesem Drucke gleich sein.

Der Versuch, welchen Torricelli mit Quecksilber anstellte, bestätigte diesen Schluss, und somit erhielt man in einer luftleeren, mit Quecksilber gefüllten Röhre ein Instrument zur Messung des atmosphärischen Luftdrucks, das Barometer. Man hat später noch andere Arten von Barometern construirt; Otto von Guerike verfertigte 1654 sogar ein Wasserbarometer, welches indessen wegen seiner Höhe von einigen 30 Fuss ungeschickt ist; aber die meiste Verbreitung hat das Torricelli'sche Quecksilberbarometer gefunden und nur in neuester Zeit macht ihm das sogenannte Aneroid-Barometer Concurrenz.

Das Quecksilberbarometer, wie es Torricelli zuerst ausführte, war ein Gefässbarometer, d. h. es bestand aus einer an einem Ende verschlossenen über 30 Zoll langen Glasröhre, die mit Quecksilber ganz gefüllt und dann, mit dem offenen Ende nach unten gerichtet, in ein Gefäss mit Quecksilber gesetzt war. Gefäss und Röhre waren an einem schmalen Brette befestigt und der ganze Apparat wurde aufgehängt, so dass die Röhre eine lothrechte Richtung erhielt. Das Quecksilber fällt in der Röhre bis auf etwa 28 Zoll Höhe von dem Niveau im Gefässe an gerechnet, und im oberen Theile der Röhre über dem Quecksilber entsteht ein luftleerer Raum, die sogenannte Torricelli'sche Leere oder das *vacuum Torricellianum,* in welchem indessen wahrscheinlich Quecksilberdünste enthalten sind.

Eine andere Form des Quecksilberbarometers ist das Flaschen- oder Phiolen-, oder Birn-, oder Kapselbarometer. Die Röhre ist an dem unteren Ende aufwärts gebogen und trägt hier eine oben offene Erweiterung in der Form einer kleinen Flasche (Phiola) oder Birne oder Kugel.

Die zu genauen Messungen zweckmässigste Form ist die des Heberbarometers. Die Röhre ist unten heberförmig umgebogen, so dass der offene Schenkel dem verschlossenen parallel läuft.

Soll ein Barometer zu genauen Messungen dienen, so ist es mit Sorgfalt anzufertigen. Hierzu gehört, dass völlig reines Quecksilber verwendet wird; dass alle Luft sowohl aus dem leeren Raume als aus dem Quecksilber entfernt ist, was durch Auskochen erreicht werden kann; dass eine genaue Messung der Quecksilberhöhe möglich ist. In letzter Beziehung ist das Flaschenbarometer das ungenauste. Eine genaue Messung verlangt die Angabe des verticalen Höhenunterschiedes beider Niveaus; bei der gewöhnlichen Einrichtung des Flaschenbarometers wird aber auf die Veränderung des Niveaus in der Flasche nicht gerücksichtigt. Ein solches Instrument ist daher nur in solchen Fällen brauchbar, in denen es auf keine Messungen ankommt, sondern nur beobachtet werden soll, ob überhaupt ein Steigen oder Fallen des Quecksilbers eingetreten ist. — Bei den genauen Gefässbarometern hat Fortin eine Einrichtung getroffen, das Niveau im Gefässe stets auf denselben Punkt, den Anfangspunkt des Massstabes, zu bringen. Der

Boden des gläsernen Gefässes wird durch einen Lederbeutel gebildet, gegen welchen durch eine Schraube von unten her ein Druck ausgeübt werden kann, und ein in dem Gefässe herabgehender zugespitzter Elfenbeinstift bezeichnet mit seiner Spitze den Anfangspunkt des Massstabes. Steht nun das Quecksilber im Gefässe so niedrig, dass der Elfenbeinstift noch nicht dasselbe berührt, so erhöht man das Niveau, indem man den Lederbeutel durch die Schraube empor drückt, bis die Elfenbeinspitze das Quecksilber berührt; taucht hingegen der Elfenbeinstift ein, so bewirkt man dasselbe durch eine entgegengesetzte Drehung der Schraube. Bei minder genauen Gefässbarometern hat man eine richtige Höhenangabe durch Berücksichtigung des Verhältnisses der Querschnitte der Röhre und des Gefässes zu erreichen gesucht. Gesetzt, der Querschnitt des Gefässes sei 12mal grösser als derjenige der Röhre; wäre nun bei 28″ das Niveau im Gefässe genau auf dem Anfange des Massstabes und fiele das Quecksilber oben um 1 Zoll, so wäre es unten um $^1/_{12}$ Zoll gestiegen und die Höhe betrüge nicht 27″, sondern nur 26″ 11‴; wäre das Quecksilber oben um 1 Zoll gestiegen, so wäre es unten um $^1/_{12}$ Zoll gefallen und die Höhe betrüge nicht 29″, sondern 29″ 1‴. Man würde demnach einen den richtigen Stand gebenden Massstab erhalten, wenn man die Zolle über und unter 28″ nicht in 12, sondern in 13 gleiche Theile theilte und je 12 dieser Theile als 1 Zoll setzte. Bei anderen Verhältnissen würde man ähnlich zu verfahren haben. — Bei den Heberbarometern ist es nicht möglich, die Niveauveränderung im offenen Schenkel unberücksichtigt zu lassen, da dieselbe zu bedeutend ist. Man befestigt daher entweder den Massstab an dem Gestelle und macht die ganze Barometerröhre beweglich, so dass man das untere Niveau stets auf den Nullpunkt des Massstabes einstellen kann, oder man befestigt die Barometerröhre und macht den Massstab beweglich. Letzteres ist vorzuziehen, da die Glasröhre eine Bewegung weniger verträgt, als der Massstab.

Dass bei genauen Messungen eine genaue Einstellung des Massstabes stattfinden muss, versteht sich von selbst. Dies geschieht bei dem Heberbarometer durch ein Diopter mit einem in demselben ausgespannten Faden. Die Ablesung erfolgt ebenfalls nach Einstellung eines Diopters und die Unterabtheilungen des Massstabes werden mittelst eines Nonius (s. Art. Nonius) ermittelt. Ausserdem ist die Längenveränderung des Massstabes durch Temperaturveränderung in Rechnung zu nehmen und die Quecksilberhöhe stets auf dieselbe Temperatur zu reduciren, als welche man 0° C. allgemein festgesetzt hat. Deshalb ist an genauen Barometern stets ein Thermometer anzubringen, dessen Kugel in einem Behälter mit Quecksilber eingetaucht ist, um die Temperatur des Quecksilbers anzugeben. Ausserdem wird ein Thermometer zur Bestimmung der Lufttemperatur an dem Gestelle angebracht.

Da die Ausdehnung des Quecksilbers durch die Wärme für 1^0 C. $= \frac{1}{5550}$, für 1^0 R. $= \frac{1}{4440}$ und für 1^0 F. $= \frac{1}{9990}$ ist, so erhält man den Barometerstand b_0 bei 0^0 C., wenn das Quecksilber die Temperatur t hatte und der Barometerstand b war, nach folgenden Formeln:

$$\text{für } t^0\,\text{C.} : b_0 = b\left(1 - \frac{1}{5550}\,t\right), \text{ genauer } \frac{5550\,b}{5550 + t}.$$

$$\text{für } t^0\,\text{R.} : b_0 = b\left(1 - \frac{1}{4440}\,t\right)$$

$$\text{für } t^0\,\text{F.} : b_0 = b\left(1 - \frac{1}{9990}[t - 32]\right)$$

Zur Abkürzung dieser Rechnung hat man Tabellen berechnet; ebenso giebt es Tabellen, um Angaben des Barometerstandes nach einem Massstabe in einem anderen Masse auszudrücken, z. B. die Angaben nach pariser Linien auf Millimeter oder umgekehrt zurückzuführen. Ueber den Einfluss der Capillardepression s. Art. Haarröhrchen und über das Calibriren den Art. Calibriren.

Zu oberflächlichen Barometerbeobachtungen, z. B. an Schaufenstern, hat man Zifferblatt-Barometer construirt. Es sind dies Heber barometer mit weiter Röhre, oder wenigstens ist der offene Schenkel von bedeutenderer Weite. Auf dem Quecksilber des offenen Schenkels befindet sich ein eiserner Schwimmer entweder an einem Faden, der um die Welle des Zifferblattzeigers geschlungen ist und ein Gegengewicht hält, eine von Hooke ausgeführte Einrichtung, oder an einer gezahnten Stange, welche in ein an der Welle des Zifferblattzeigers befestigtes gezahntes Rad eingreift, eine von Jecker ausgeführte Einrichtung. Eine Hauptsache ist, dass der Zeiger genau balancirt. Das Zifferblatt ist in Zolle und Linien getheilt und nach einem anderen guten Barometer regulirt.

Andere in grosser Zahl ausgeführte Abänderungen des Barometers bezwecken namentlich die Veränderungen im Barometerstande zu vergrössern. Wir übergehen dieselben, da sie von weniger Belang sind, auch keine grössere Verbreitung gefunden haben. Wichtiger scheint hier noch Einiges über Reisebarometer anzuführen, während über die besondere Namen führenden anderen Instrumente (Differentialbarometer, Sympiezometer etc.) die betreffenden Artikel handeln.

Bei Barometern, welche nicht unveränderlich an einem feststehenden Körper aufgehängt sind, sind Schwankungen des Quecksilbers nicht zu vermeiden, und dadurch kann die Glasröhre leicht zerbrochen werden. Es tritt dies häufig ein, wenn die Aufhängestelle eines Baro-

meters verändert werden soll und das Instrument auch nur wenige Schritte weit ungeschickt getragen wird. Das Quecksilber schlägt nämlich wegen des leeren Raumes mit grosser Kraft gegen das verschlossene Ende, während daselbst befindliche Luft wie ein elastisches Kissen die Wirkung des Stosses mässigen würde. Soll ein Barometer transportirt werden, so neige man dasselbe behutsam, bis das Quecksilber an das verschlossene Ende reicht, und trage dann das Instrument in dieser geneigten Lage weiter.

Bei Schiffsbarometern und Reisebarometern hat man die Schwankungen dadurch gemässigt, dass man an einer Stelle der Röhre eine Einschnürung angebracht hat, so dass bei eintretender Bewegung das Quecksilber nur langsam hindurch gehen kann. Dasselbe hat man auch dadurch erreicht, dass man die lange Röhre etwa in ihrer Mitte in ein Haarröhrchen auszog, diese feine Spitze in die untere Hälfte der Röhre einsteckte und nun beide Hälften wieder zusammenschmolz. Hierdurch erreicht man noch den Vortheil, dass Luft, welche möglicher Weise durch den offenen Schenkel in die lange Röhre eintritt, nicht in das Vacuum gelangen kann, sondern sich in dem Raume neben dem Haarröhrchen ansammelt, von wo man sie dann leicht durch Umkehren des Instrumentes entfernt. Bei Reisebarometern ist der Verschluss eine Hauptsache. Die beste Einrichtung dürfte die von J. G. Greiner sein. Der kürzere Schenkel des Heberbarometers ist mit dem längeren durch einen künstlichen Glasverband verbunden. In geringer Entfernung von der Umbiegung ist der kürzere Schenkel kegelförmig in eine feine Oeffnung ausgezogen. Dieser Kegel steckt in dem angeschmolzenen kürzeren Schenkel; dieser aber ist in geringer Entfernung wieder eingeschnürt, so dass sich die vorhergenannte feine Oeffnung gewissermassen in einem kegelförmigen Raume befindet. Soll das Barometer geschlossen werden, so neigt man es behutsam um, bis das Quecksilber das Vacuum erfüllt, und nun wird der Eingang zu dem kugelförmigen Raume auf folgende Weise geschlossen. An einer Thermometerröhre von etwa $^1/_2$ Linie Durchmesser, welche in mehrere elliptische Hohlkugeln ausgeblasen ist, befindet sich am Ende ein Kork; wird nun dieser Korkverschluss in den kurzen Schenkel eingeschoben, so tritt das Quecksilber in die elliptischen Höhlungen der Thermometerröhre und nicht zwischen Glasröhre und Kork. Jetzt kann sich das Quecksilber bei jeder Temperatur ausdehnen oder zusammenziehen und selbst bei Temperaturdifferenzen von 30 bis 40 Grad wird die Barometerröhre luftleer bleiben. Das Instrument wird bei dem Transporte in einem genau passenden Futterale so getragen, dass das obere Ende nach unten gerichtet ist.

Von den übrigen zahlreichen Einrichtungen des Verschlusses bei Reisebarometern erwähnen wir noch den von Gödeking für Gefässbarometer. Das Gefäss besteht aus trocknem, hartem Holze, in welches die Glasröhre eingekittet ist. An ihrem untern Ende wird sie durch ein

in das Holz eingelassenes, am Ende abgeschrägtes, aber nicht sehr scharf zulaufendes Stück Elfenbein gesteckt und fest gekittet, so dass sie von dem Ende des Elfenbeins noch etwa 1 bis 2 Linien absteht. Soll das Instrument abgeschlossen werden, so kehrt man die Röhre um, wobei das Ende des Elfenbeins noch unter dem Quecksilber des Gefässes liegen muss, und schraubt nun mittelst einer durch den Boden des Gefässes gehenden Schraube einen elastischen Deckel auf das Elfenbeinende. Besser ist es wohl das Gefäss von Glas zu machen, um sich durch den Augenschein überzeugen zu können, dass alles in Ordnung ist.

Noch bemerken wir, dass das Schiffsbarometer in einem cardanischen Ringe hängen muss, worüber das Nähere im Art. Ring, cardanischer.

Otto von Guerike benutzte als Barometer sein Manometer (s. Art. Dasymeter), welches sich auf den Gewichtsverlust der Körper in der Luft gründet.

Das Aneroid-Barometer von Bourdon gehört zu den Metallmanometern (s. Art. Manometer). Eine aus dünnem Metallbleche gebildete Röhre von abgeplattetem Querschnitte (etwa 1 Linie Dicke auf 1 Zoll Länge), welche hermetisch verschlossen und in einem Bogen gekrümmt ist, ändert ihre Krümmung, sowie sich der Druck der äusseren Luft ändert. Eine derartige etwas grössere Röhre, die fast zum Kreise geschlossen und in ihrer Mitte mit einem Hahne versehen ist, zeigt die Veränderung bereits, wenn man an dem Hahne saugt oder durch denselben die innere Luft verdichtet. Ist die innere Luft dünner als die äussere, so nähern sich die freien Enden der Röhre, entfernen sich aber von einander im umgekehrten Falle. Das Aneroid-Barometer enthält nun in einer metallenen Kapsel von 4 bis 5 Zoll Durchmesser und etwa $1^1/_2$ Zoll Höhe eine derartige Röhre, welche in ihrer Mitte an der Kapsel befestigt ist und an jedem der beiden freien, der Befestigungsstelle gegenüberliegenden Enden einen kleinen im Charnier beweglichen Metallstab trägt, welche an den Enden eines kleinen gleicharmigen Hebels angreifen, der seinen Drehpunkt auf der Bodenplatte der Kapsel hat. Diese Stäbchen und der Hebel liegen in dem Zwischenraume der beiden freien Enden und es tritt nun nach dem vorher Gesagten eine Drehung des kleinen Hebels in dem einen oder dem anderen Sinne ein, wenn der äussere Luftdruck zu- oder abnimmt. Das Innere der abgeplatteten Röhre ist keineswegs luftleer, wie von manchen Seiten behauptet wird. Die Drehung des kleinen Hebels wird nun zu einem in der Mitte der Kapsel befindlichen Zeiger übergetragen, so dass dieser also sich ebenfalls je nach den Umständen in dem einen oder anderen Sinne bewegt. Der Zeiger trägt deshalb an seiner Axe ein kleines Getriebe und an der Axe des kleinen Hebels befindet sich ein einarmiger in einen gezahnten Kreisbogen endender Hebel, der in das Getriebe eingreift. Der Zeiger spielt über einer Eintheilung, welche durch Vergleichung mit einem

anderen Barometer ermittelt wird. Es empfehlen sich diese Barometer, wo es auf keine genauen Messungen ankommt, namentlich auch auf Schiffen, da sie keine Aufhängung im cardanischen Ringe erfordern.

Barometerprobe ist gewöhnlich ein abgekürztes Heberbarometer zur Beurtheilung der in einer Luftpumpe bewirkten Verdünnung, s. Art. Luftpumpe.

Barometerstand, s. Art. Barometrie.

Barometrie ist derjenige Theil der Physik, welcher nicht nur von der Einrichtung des Barometers und den Principien, auf welche sich dasselbe gründet (s. Art. Barometer), sondern auch von den Resultaten handelt, welche die Beobachtung dieses Instruments geliefert hat. Von diesen Resultaten soll hier das Wichtigste mitgetheilt werden.

Bereits Torricelli machte die Beobachtung, dass die Höhe der Quecksilbersäule in dem Barometer nicht ungeändert bleibe, dass also die Stärke des atmosphärischen Luftdrucks bald mehr, bald weniger betrage. Man nennt diese Veränderung des Barometerstandes das Schwanken oder Oscilliren des Barometers. Torricelli glaubte schon an einen Zusammenhang dieser Oscillationen und des Wetters, und zwar dass ein Steigen des Barometers auf heiteres und ein Sinken desselben auf trübes Wetter hindeute. Dies ist der Grund, warum das Barometer unter dem Namen Wetterglas so weite Verbreitung gefunden hat. Indessen ist die eben angeführte Regel keineswegs untrüglich, und zwar deshalb, weil das Wetter noch von anderen Umständen, als von dem Drucke der Luft bedingt ist. Die bereits vorhandene Menge des Wasserdunstes in der Luft ist zu berücksichtigen, die eintretende Temperaturveränderung, namentlich aber die Drehung des Windes etc., so dass das Barometer den Namen Wetterglas durchaus nicht rechtfertigt. In einem Falle verdient jedoch der Barometerstand schon für sich allein die grösste Beachtung, nämlich wenn derselbe ein auffallend niedriger ist, weil dann ein einbrechender Sturm gewöhnlich die Folge ist, und deshalb ist das Barometer für Seefahrer ein unentbehrliches Instrument.

Im Jahre 1648 kam Pascal auf den Gedanken, dass die Barometerhöhe auf einem Berge geringer sein müsse, als am Fusse desselben, wenn die Luft eine schwere Flüssigkeit wäre, da in Flüssigkeiten der Druck, welchen dieselben ausüben, mit der Tiefe unter der Oberfläche zunimmt. Er veranlasste seinen Schwager Perrier zu Clermont den Versuch anzustellen, und dieser fand, dass das Quecksilber auf dem Berge Puy de Dome 278''' und im Klostergarten zu Clermont 315,5''' hoch stand, ebenso auf dem Thurme der Liebfrauenkirche zu Clermont 313''' und unten am Fusse desselben 315'''. Hiermit war die Möglichkeit der Ausmessung der Höhen mittelst des Barometers erwiesen; wir verweisen aber wegen des Näheren auf Art. Höhenmessung, barometrische, und bemerken nur, dass unter sonst gleichen Um-

ständen in derselben Horizontalschicht der Luft im Zustande des Gleichgewichts gleicher Druck, also auch gleicher Barometerstand sein muss, dass unter der Voraussetzung gleicher Temperatur und gleicher Mischung in der Atmosphäre im Zustande des Gleichgewichts der Druck in derselben nach dem Gesetze einer geometrischen Reihe abnimmt, wenn man sich in einer arithmetischen Reihe erhebt, und dass bei einer Erhebung von 73 bis 76 Fuss über die Erdoberfläche der Barometerstand um 1 Linie niedriger wird.

Aus der Abnahme des Luftdrucks erklärt sich die schnelle Ermüdung beim Besteigen hoher Berge, weil der Gelenkknopf des Oberschenkels nicht mehr stark genug gegen die Gelenkpfanne gedrückt wird und dafür die Muskeln stärker angestrengt werden.

Was die Barometerschwankungen an demselben Orte anbelangt, so sind diese periodische, d. h. regelmässig zu gewissen Zeiten eintretende, und zufällige. Beide bewegen sich um ein constant scheinendes jährliches Mittel. Man nennt die periodischen Schwankungen auch Variationen, die zufälligen auch Perturbationen.

Die täglichen Variationen erfolgen in den Aequatorialgegenden in der Weise, dass um 9 Uhr Morgens der Stand am höchsten ist, von da ab bis 4 oder $4^1/_2$ Uhr abnimmt, dann bis 11 Uhr Abends wieder steigt, hierauf wieder bis 4 Uhr Morgens abnimmt und dann von Neuem zu steigen beginnt.

In der gemässigten Zone liegen die Maxima gegen 9 Uhr Morgens und zwischen 9 und 11 Uhr Abends, die Minima zwischen 3 und 5 Uhr Nachmittags und gegen 4 Uhr Morgens.

Die Grösse der täglichen Schwankungen ist innerhalb der Tropen am grössten und nimmt immermehr ab, je weiter man sich von dem Aequätor entfernt. Im Winter und in den Tropen während der Regenzeit sind die Schwankungen am kleinsten.

Die mittleren Barometerstände der einzelnen Monate zeigen eine jährliche Periode, die um so regelmässiger ist, je näher man dem Aequator kommt. In der tropischen Zone nimmt die Barometerhöhe von den kälteren Monaten zu den wärmeren hin ab; in der gemässigten ist der Stand in den Sommermonaten höher als im Frühlinge; in der kalten im Frühlinge am höchsten und im Sommer am niedrigsten. Vgl. Isobarometrische Linien.

Der vorzugsweise sogenannte mittlere Barometerstand, d. h. das Mittel des Barometerstandes aus einer grösseren Anzahl von Jahren, ist im Niveau des Meeres nicht allenthalben derselbe, sondern nimmt vom Aequator bis etwa zum 40. Breitengrade zu, dann wieder ab und erreicht zwischen dem 60. und 70. nördlichen Breitengrade sein Minimum, namentlich scheint vom 66. bis zum $75^1/_2{}^0$ ein abermaliges Steigen statt zu finden. Der mittlere Barometerstand in pariser Linien ist zwischen 0^0 und 15^0 Breite 337 bis 338, von 15^0 bis 30^0 338 bis

339, von 30° bis 45° 339 bis 337,5, von 45° an nimmt er ab bis zum Polarkreise von 337,5 bis 333.

In Bezug auf den Zusammenhang zwischen Windrichtung und Barometerstand gilt Folgendes. Auf der nördlichen Halbkugel fällt das Barometer bei O.-, N.- und Südwinden, geht bei SW. aus Fallen in Steigen über, steigt bei W.-, NW.- und Nordwinden, und geht bei NO. aus Steigen in Fallen über. Auf der südlichen Halbkugel fällt das Barometer bei O.-, NO.- und Nordwinden, geht bei NW. aus Fallen in Steigen über, steigt bei W.-, SW.- und Südwinden und geht bei SO. aus Steigen in Fallen über.

Der Gang des Barometers und des Thermometers ist im Allgemeinen ein entgegengesetzter, d. h. wenn das Thermometer steigt, so fällt das Barometer und umgekehrt. Es kommen allerdings vielfache Abweichungen hiervon vor, doch ist zu bedenken, dass das Thermometer nie den Wärmezustand der Atmosphäre von dem Boden bis zur Grenze angiebt, sondern nur den des Luftstromes, in welchem es sich eben befindet, während auf das Barometer stets die Atmosphäre in ihrer ganzen Höhenerstreckung einwirkt.

Dem Einflusse der Elasticität der Wasserdämpfe, welche der atmosphärischen Luft beigemengt sind, ist das doppelte Maximum und das doppelte Minimum des Barometerstandes im Laufe eines Tages zuzuschreiben. Mit Aufgang der Sonne beginnt eine neue Dampfentwickelung und diese ist so stark, dass das Barometer steigt, während es eigentlich fallen sollte. Hieraus ergiebt sich das Maximum am Vormittage. Nach Sonnenuntergang nimmt die Abnahme des Dampfes schneller zu, als die Zunahme des Luftdruckes, und daher entsteht ein Minimum am Morgen. Man hat daher den Barometerstand als Resultat zweier Veränderungen aufzufassen, als Folge des Druckes der trockenen Luft und als Folge des Druckes der beigemengten Wasserdämpfe. Berücksichtigt man dies, so zeigt sich, dass der Druck der trockenen Luft in der kälteren Jahreszeit am grössten und in der wärmsten am kleinsten ist.

Zwischen dem Barometerstande und den Veränderungen im Wasserstande auf grösseren Wasserflächen hat man einen derartigen Zusammenhang gefunden, dass ein Steigen des Barometers ein Sinken der Wasserfläche zur Folge hat. Es hat dies der Schwede Schulten an der Ostsee 1806 zuerst bemerkt, und daraus erklärt man auch die sogenannten Seiches auf dem Genfersee, d. h. das plötzliche (in 15 bis 20 Minuten) Steigen des Wassers um 3 bis 5 Fuss.

Der Einfluss des Mondes auf den Barometerstand ist von mehreren Seiten untersucht worden und dabei hat sich ergeben, dass zwar die Schwankungen des Barometers während des synodischen Umlaufs des Mondes gering, aber doch merklich sind, am geringsten im Sommer; dass das Barometer während der Zeit des abnehmenden Mondes meistens über, und während des zunehmenden Mondes meistens unter dem Mittel

steht; dass das Maximum des Barometerstandes in das letzte Viertel fällt, das Minimum aber etwas vor oder nach dem ersten Viertel eintritt; dass der hohe Barometerstand im Sommer näher zum Vollmonde und der tiefe näher zum Neumonde rückt.

Barometrograph nennt man ein Barometer mit einer Vorrichtung, durch welche der Stand des Barometers ohne Selbstbeobachtung verzeichnet wird.

Changeux liess auf dem Quecksilber im offenen Schenkel eines Heberbarometers einen elfenbeinernen Cylinder schwimmen, an welchem ein Bleistift befestigt war, der gegen eine auf einem Cylinder, der durch ein Uhrwerk in einem Tage eine Umdrehung machte, befestigte mit Linien versehene Tabelle drückte und so den Gang des Quecksilberstandes aufzeichnete.

Hierher gehört auch das Maximum- und Minimumbarometer. Landriani benutzte zwei Barometer nach Art der Zifferblatt-Barometer, indem er an der Zeigerwelle ein gezahntes Rad befestigte, welches durch einen nur leicht eingreifenden Sperrhaken nur nach der einen Richtung sich bewegen konnte, so dass der Zeiger des einen Barometers nur beim Steigen, der des anderen nur beim Fallen eine Bewegung zu machen vermochte und mithin der eine das Maximum, der andere das Minimum des Barometerstandes angab.

Baroskop, s. Art. Barometer.

Barothermometer ist ein zu Höhenmessungen bestimmtes Thermometer. Da der Siedepunkt des Wassers, wie der jeder Flüssigkeit, abhängig ist von dem Drucke, unter welchem die Flüssigkeit steht, so kann man aus der Siedetemperatur auf diesen Druck, also beim Sieden des Wassers auf einer Höhe auf den zur Zeit der Beobachtung daselbst stattfindenden Barometerstand schliessen. Es kommt hierbei darauf an, dass das Thermometer möglichst kleine Temperaturdifferenzen anzeigt, doch ist dies nur etwa bei den von 80 bis 100° C. reichenden Graden erforderlich. Wollaston liess derartige Thermometer anfertigen, bei denen auf dem in Betracht kommenden Theile der Scala 1° Fahrenheit fast die Länge von 4 Zollen hatte. Näheres über den Gebrauch dieser Thermometer im Art. Höhenmessung, thermometrische. — Barothermometer nennt Bodeur auch ein dem Sympiezometer ähnliches Manometer, welches er construirt hat, aber wenig brauchbar ist.

Barton's irisirende Knöpfe bestehen aus polirtem Metalle und sind in verschiedene Felder getheilt, von denen jedes mit einander sehr nahe stehenden feinen parallelen Linien versehen ist, die eingeschnitten sind. Das reflectirte Tageslicht zeigt auf solchen Knöpfen in Folge von Interferenzen (s. Art. Inflexion) die prismatischen Farben.

Basen sind einfache chemische Verbindungen, welche mit Säuren die sogenannten Salze bilden, weshalb man sie wohl auch Salzbasen nennt. Sie sind electropositive Körper und werden bei der Zersetzung

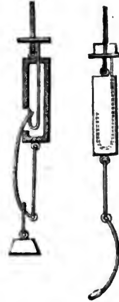
der Salze mittelst des electrischen Stromes am negativen Pole ausgeschieden. Man nennt wohl auch überhaupt den am negativen Pole der electrischen Säule bei der Zersetzung ausgeschiedenen Theil die Basis der Verbindung, doch ist die richtigere Bezeichnung, wenn der zersetzte Körper kein Salz war, Radical, z. B. Wasserstoff ist das Radical des Wassers.

Bathometer ist ein Instrument zur Messung der Meerestiefe. Die einfachste Vorrichtung ist das Senkblei oder die Meeressonde, eine starke Hanfschnur, die von Faden zu Faden mit kleinen bunten Lappen versehen ist, und an welcher ein cylindrisches Bleigewicht von 20 bis 50 und noch mehr Pfund hängt. Gewöhnlich befindet sich am unteren Rande des Gewichts eine mit Talg ausgefüllte Höhlung, in welcher beim Aufstossen auf den Meeresgrund Theile desselben haften bleiben, so dass man daraus die Beschaffenheit desselben erkennen kann. Ein Uebelstand ist bei dem Gebrauche des Senkbleis, dass das Heraufziehen der Leine sehr beschwerlich ist, und überdies werden die Bestimmungen in grösseren Tiefen leicht ungenau, wenn Meeresströmungen die Leine krümmen.

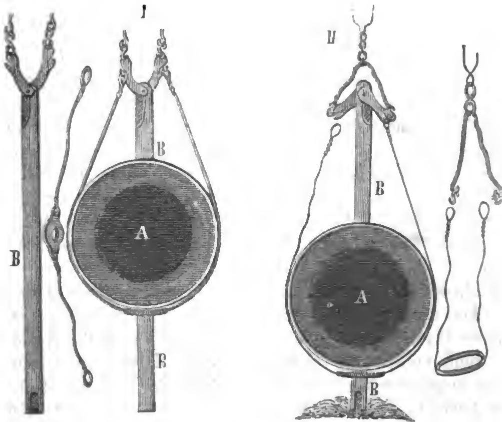
Hook hat vorgeschlagen einen Körper in das Meer fallen zu lassen, an welchem sich ein anderer befindet, der specifisch leichter ist als das Wasser und sich ablöst, so wie der schwerere den Meeresboden erreicht. Aus der Zeit vom Untersinken bis zum Auftauchen soll man die Tiefe berechnen. Leider lässt sich die Stelle, an welcher der leichtere Körper auf der Oberfläche auftauchen muss, nicht genau in dem Momente des Auftauchens beobachten; man wird in der Regel dies zu spät sehen und also die Tiefe zu gross berechnen.

Aimé suchte das Heraufziehen der Schnur des Senkbleis zu erleichtern, und verfertigte einen kleinen Hohlcylinder von Kupfer, in welchen ein Stäbchen mit sanfter Reibung hineingeht. Oben trägt das Stäbchen, ausserhalb des Cylinders, eine kleine Scheibe; am unteren Ende ist dasselbe hakenförmig gebogen. Der Cylinder hat an der Seite eine Oeffnung und oben und unten einen Ring. An dem oberen Ringe wird die Leine befestigt, welche durch die vorher bezeichnete Scheibe des Stäbchens hindurchgeht; an dem untern Ringe hängt ein Stäbchen von Kupfer, welches ungefähr in der Mitte ein Charnier hat, so dass das etwas längere und gekrümmte Ende, welches in einen kleinen Ring ausgeht, aufwärts umgeschlagen werden kann. Auf dies Kupferstäbchen wird das Senkblei gehängt und das umgeschlagene Ende in den Haken des Stäbchens bei der Oeffnung des Cylinders eingehakt. Nebenstehende Figur wird die Zusammenstellung des Apparates noch mehr veranschaulichen. Soll dann die Tiefe, bis zu welcher das Senkblei hinabgelassen ist, gemessen werden, so lässt man einen auf das Seil gesteckten Bleiring hinabfallen. So wie dieser Bleiring auf die Scheibe des Stäbchens aufschlägt, wird das Stäbchen hinabgeschoben, der das Senkblei haltende

Kupferstab ausgehakt, und, indem dieser umschlägt, muss das Senkblei abfallen. Da das Senkblei immer verloren ist, so kann man auch Steine anwenden. Die Messungen geschehen von einem Boote aus, da das Schiff nicht so leicht an derselben Stelle zu halten ist.



Um die Beschaffenheit des Meeresbodens gleichzeitig mit der Tiefenmessung festzustellen, bediente sich Maury bei seiner grossen Untersuchung des atlantischen Oceans eines von Brooke angegebenen Apparates, der sich äusserst zweckmässig erwiesen hat. Eine weitläufige Beschreibung des einfachen Apparates werden die neben stehenden detaillirten Abbildungen entbehrlich machen. *A* ist eine Kanonenkugel, die mitten durchbohrt ist, so dass der Stab *B* hindurch gesteckt werden kann. Fig. 1 stellt den Stab und den Apparat dar vor der Berührung des Bodens; Fig. 2 in dem Augenblicke, wo er auf den Grund stösst, und veranschaulicht zugleich, wie sich die Kugel lösst und nun Stoffe als Proben des Grundes emporgebracht werden, indem sie an ein wenig Seife oder Talg in der Höhlung am untern Ende der Stange B ankleben. Die Kugel ist natürlich bei jedem Versuche verloren.



Maury fand, dass sein Apparat zum Fallen bis zu einer Tiefe von 400 bis 500 Faden im Durchschnitt 2 Minuten 21 Secunden Zeit gebrauchte, bis zu 1000 bis 1100 Faden 3 Minuten 26 Sec., bis zu

1800 bis 1900 Faden 4 Min. 29 Sec. Hierdurch gewinnt man einen Anhalt, ob die Kugel die Leine nach sich zieht, oder ob Strömungen auf das Ablaufen der Schnur einwirken.

Battements oder **Stösse** nennt man eine Interferenzerscheinung, welche eintritt, sobald zwei nicht ganz isochrone Töne gleichzeitig zu unserem Ohre gelangen. Die Töne verstärken und schwächen sich abwechselnd, da bald Verdichtungen der Schallwellen mit Verdichtungen, bald Verdünnungen mit Verdünnungen zusammentreffen, aber ein Zusammentreffen einer Verdichtung mit einer Verdünnung eine Ausgleichung herbeiführt. Hierdurch entsteht ein periodisch abwechselndes Anschwellen und Nachlassen der Töne, ein Schweben, wobei unter bestimmten Verhältnissen ein neuer Ton, ein sogenannter Combinationston erzeugt wird. Diese Schwebungen sind die Battements, oder nach Scheibler die Stösse. Die Anzahl der Stösse in einer Secunde ist dem Unterschiede der Schwingungszahlen beider Töne gleich.

Batterie nennt man eine Vereinigung von Apparaten derselben Art, um die Erscheinungen, welche mit einem einzelnen hervorgerufen werden, in verstärktem Masse hervorzubringen. In der Physik hat man namentlich electrische und galvanische Batterien hergestellt. Die electrische Batterie besteht aus einer Zusammenstellung mehrerer electrischen Flaschen (s. Art. Flasche, electrische) in der Weise, dass alle inneren Belegungen unter sich und alle äusseren Belegungen unter sich verbunden sind. Die galvanische Batterie ist eine Zusammenstellung mehrerer galvanischer Elemente in der Weise, dass alle positiv-electrischen Glieder unter sich und alle negativ-electrischen Glieder unter sich verbunden sind. Man nennt eine solche Combination zwar auch galvanische Säule, doch sollte man diese Bezeichnung nur da anwenden, wo mehrere galvanische Elemente so mit einander verbunden sind, dass stets das positive Glied des einen mit dem negativen Gliede des nächsten Elementes leitend verbunden ist (s. Art. Säule, galvanische). Vergl. auch Art. Cascaden-Batterie.

Bauch nennt man bei stehenden Wellen (s. Art. Wellenbewegung) jede in Schwingung begriffene Stelle; den Gegensatz bildet der Knoten.

Bauchrednerei, die, besteht darin, dass ein Mensch so zu sprechen versteht, dass die Beobachter zum Glauben verführt werden, es spreche eine andere Person an einer andern Stelle. Worin die Kunst besteht, ist noch nicht vollständig erklärt. Nach Einigen soll der Bauchredner nicht beim Ausstossen, sondern beim Einziehen der Luft sprechen. Andere sind der Ansicht, dass durch die Resonanz des Gaumens, der Zähne, der Lippen und der übrigen Sprachwerkzeuge die Stimme eine Veränderung erleide, namentlich aber es auf eine Zusammenziehung und Verengerung der Brust ankomme, wodurch diese ihre Resonanz verliere. Der Physiolog Müller sagt, es komme darauf an, tief zu athmen, so

dass das abwärts steigende Zwerchfell die Baucheingeweide stark nach vorwärts treibt, dann bei ganz enger Stimmritze sehr langsam durch Zusammenziehung der Brustwände auszuathmen, während das Zwerchfell seine Stellung wie beim Einathmen behauptet und der Bauch aufgetrieben bleibt.

Beatification nannte Prof. Bose in Wittenberg einen electrischen Versuch. Eine Person mit einem Helme, der mit metallenen Spitzen geschmückt ist, steht auf einem Isolirschemel und ist mit dem Conductor der Electrisirmaschine in leitender Verbindung; wird Electricität entwickelt, so zeigen sich im Dunkeln am Helme leuchtende Strahlen, welche mit denjenigen einige Aehnlichkeit haben, welche man um den Kopf der Heiligen zu malen pflegt.

Beaumé's Aräometer, s. Art. Aräometer, B. 2. S. 39.

Becherapparat nennt man eine galvanische Säule (s. Art. Säule, galvanische), welche aus einer Anzahl von Gläsern besteht, von denen jedes eine Zink- und Kupferplatte, ohne dass diese in metallische Berührung mit einander kommen, enthält. Die Gläser sind ausserdem mit einer etwas angesäuerten Flüssigkeit gefüllt, und die Platten werden zur Säule oder zur Batterie (s. Art. Batterie) verbunden.

Becherglas, ein Glas in der Form eines Bechers von dünnem Glase und mit umgebogenem Rande (s. Art. Adhäsion).

Becken sind gewöhnlich flache, messingene Teller mit einem Beutel in der Mitte, an welchem sich ein Riemen zum Halten befindet. Die Becken werden gegen einander geschlagen, um dadurch Lärm zu erregen.

Beck's Aräometer s. Aräometer, B. 3. S. 39.

Becquerel'sche oder **Daniell**'sche **Kette** ist eine constante galvanische Kette (s. Art. Säule, galvanische) aus Zink in verdünnter Schwefelsäure und Kupfer in einer gesättigten Auflösung von Kupfervitriol.

Beharrungsvermögen oder **Trägheit** (*vis inertiae*) bezeichnet das Unvermögen der Körper ihren Zustand durch sich selbst zu verändern; es bleibt daher ein ruhender Körper in Ruhe und ein in Bewegung befindlicher in Bewegung und zwar so, dass, wenn keine anderen Kräfte auf ihn einwirken, derselbe geradlinig und stets mit derselben Geschwindigkeit ins Unendliche fortgehen würde. Wegen des Beharrungsvermögens strebt jeder Körper, der sich krummlinig bewegt, sich geradlinig in der Richtung der Tangente zu entfernen, und mit Rücksicht hierauf müssen wir also auch dann, wenn die Bahn krumm ist, die Richtung der Bewegung stets geradlinig nehmen, nur dass sich diese in jedem Augenblicke ändert. Ebenso muss eine besondere Ursache, eine Kraft, dagewesen sein, wenn der Körper eine Aenderung seines Zustandes erleidet, sei es, dass ein ruhender Körper in Bewegung geräth, oder dass die Geschwindigkeit eines in Bewegung befindlichen Körpers oder seine Richtung sich verändert. In dem Beharrungsvermögen ist auch

der Grund zu suchen, warum Zeit erforderlich ist, wenn eine Kraft ihre Wirkung über einen ganzen Körper erstrecken soll.

Es erklären sich aus dem Gesetze vom Beharrungsvermögen sehr viele Erscheinungen, z. B. das Ausspritzen der Dinte aus einer Feder, wenn man mit ihr zuckt; dass ein loser Hammer an den Stiel festgedrückt wird, wenn man mit dem Stielende aufstösst; die Bewegungen der in einem Fahrzeuge sitzenden Personen, wenn dasselbe bei schneller Fahrt plötzlich stillsteht, oder beim Stillstehen plötzlich in Bewegung kommt; das Abfliegen des Schmutzes von den Rädern eines bei schmutzigem Wetter schnellfahrenden Wagens; dass ein Kunstreiter auf schnelllaufendem Pferde seine Kunststücke im Springen, im Spielen mit Bällen etc. ebenso ausführt, als ob er auf dem stillstehenden Pferde stände u. s. w.

Belegung der Glasspiegel, s. Folie.

Beleuchtet nennen wir einen Körper, der das von ihm ausgehende Licht erst von einem anderen, Licht aussendenden Körper erhalten hat, ohne dass dabei auf die Intensität Rücksicht genommen wird.

Beleuchtung, nicht zu verwechseln mit Erleuchtung, bezeichnet das Auftreffen von Licht auf einen Körper.

Belou's Luftmaschine, s. Calorische Maschine zu Ende.

Beobachten heisst die Bestimmungsstücke oder die wesentlichen Umstände, unter denen eine bestimmte Naturerscheinung nur eintreten kann, ermitteln. Von manchen Seiten hat man einen Unterschied zwischen Beobachten und Experimentiren aufstellen wollen, indessen mit Unrecht. Durch das Experiment oder den Versuch wird nichts weiter gethan, als eine Naturerscheinung erzwungen, und diese erzwungene Naturerscheinung steht im Gegensatze nicht zu einer Beobachtung, sondern zu einer freien Naturerscheinung, d. h. zu einer nicht von uns absichtlich hervorgerufenen. Im Winter ist die Eisbildung z. B. eine freie Naturerscheinung, die künstliche Eisbereitung ist hingegen eine erzwungene. In beiden Fällen hat der Naturforscher die Erscheinung zu beobachten, um hinter das Gesetz der Eisbildung zu kommen. Will man eine Naturerscheinung erzwingeu, so muss man die Bestimmungsstücke derselben kennen; sind diese noch unbekannt, so ändert man die Umstände dabei ab, bis man diejenigen ermittelt, welche wesentlich sind zur Erzeugung der bestimmten Erscheinung. Dies Beobachten unter verschiedenen Umständen nennt man allerdings Experimentiren oder Versuchen; aber das Experiment oder der Versuch liefert doch nur eine unter den obwaltenden Umständen eingetretene, also erzwungene Erscheinung und ist mithin selbst keine Beobachtung, die damit nur Hand in Hand geht, um die wesentlichen Umstände zu ermitteln. Das Beobachten besteht in der absichtlichen Auffassung der Bestimmungsstücke einer Naturerscheinung, gleichgültig ob diese zu-

fällig sich darbietet oder absichtlich herbeigeführt ist; eine zufällige Auffassung würde nur eine Wahrnehmung sein.

Beobachtung, s. Art. Beobachten.

Beobachtungsfehler werden wegen der Unvollkommenheit unserer Sinne, ferner wegen der mehr oder weniger grossen Geschicklichkeit des Beobachters und in Folge der Mängel an den benutzten Instrumenten namentlich bei den Beobachtungen eintreten, bei denen es sich um eine Messung handelt. Keine derartige Beobachtung wird als ein vollkommen scharfes Resultat angesehen werden können, und es ist daher wünschenswerth, ja nothwendig zu wissen, welchen Grad der Genauigkeit man erreicht hat, d. h. wie weit das gefundene Resultat von dem wahren höchstens abweicht. In der Ermittelung dieses wahrscheinlichen Grades der Genauigkeit besteht die Bestimmung des Beobachtungsfehlers. Soll z. B. für einen bestimmten Ort die Länge des Secundenpendels ermittelt werden, so werden die darauf bezüglichen Beobachtungen nicht alle genau übereinstimmen, sondern einige wahrscheinlich eine zu grosse, andere eine zu kleine Länge liefern. Das arithmetische Mittel aus allen Beobachtungen wird immerhin noch mit einem Fehler behaftet sein, und es kommt darauf an, die wahrscheinliche Grösse dieses Fehlers zu ermitteln. Der Weg, welcher hierzu führt, ist eine unter dem Namen Methode der kleinsten Quadrate bekannte mathematische Berechnung, welche sich auf die Principien der Wahrscheinlichkeitsrechnung gründet.

Berg, feuerspeiender, s. Vulkan.

Bergcompass oder **Markscheidercompass** ist eine zur Orientirung in Bergwerken dienende Magnetnadel, mit deren Hilfe namentlich bestimmt wird, in welcher Himmelsrichtung die Gänge streichen. Die Nadel ist in einem runden, einer Taschenuhr ähnlichen Gehäuse und spielt über einem in 24 gleiche Theile (Stunden) eingetheilten Kreise, auf dem jedoch nur bis 12 gezählt wird, indem sich gleiche Stunden gegenüberstehen. Die Handhabung ist ähnlich wie bei der Boussole (s. Art. Boussole).

Bernstein als electrischer Körper im Art. Electricität.

Berührungs- oder **Contactelectricität**, s. Art. Galvanismus.

Berührungskreise bei Nebensonnen im Art. Hof.

Berzelius'sche Lampe, s. Lampenofen.

Beschlagen oder anlaufen, s. Art. Dampf am Ende.

Beschleunigung, s. Art. Acceleration.

Bestimmungsstücke, s. Art. Beobachten.

Bestrahlung, s. Insolation.

Beugung, s. Art. Inflexion.

Beugungsfarben, s. Art. Inflexion und zwar des Lichts.

Beugungsgitter und **Beugungsspectrum** desgl.

Bewaffnung, s. Art. Armatur.

Bewegbarkeit ist eine zufällige allgemeine Eigenschaft der Körper und bedeutet, dass jeder Körper an eine andere Stelle des Raumes, als die ist, an welcher er sich befindet, gebracht werden, und ebenso ausser der Bewegung, die er bereits hat, noch eine andere annehmen kann.

Beweglichkeit wird von manchen Seiten für gleichbedeutend mit Bewegbarkeit genommen, doch soll damit eigentlich nur der Grad der Kraftanstrengung bezeichnet werden, welche erforderlich ist, um einen Körper aus der Ruhe in Bewegung zu versetzen. Alle Körper besitzen in gleicher Weise Bewegbarkeit, aber die Beweglichkeit ist für verschiedene Körper verschieden gross.

Bewegung bezeichnet eine Ortsveränderung eines Körpers im Gegensatze zur Ruhe, d. h. zum Beharren an demselben Orte.

Denkt man sich einen Körper im unbegrenzten Weltraume allein stehend, oder nimmt man in Gedanken den ganzen Weltraum fort, so nennt man die Stelle, welche der Körper dann einnimmt, den absoluten Ort desselben. Sieht man aber zugleich auf die Lage anderer Körper zu demselben, so erhält man den relativen (bezüglichen) Ort. Wir sind nur im Stande den relativen Ort der Körper anzugeben. Deshalb ist auch nur die Veränderung des relativen Ortes oder die relative Bewegung bestimmbar, nicht aber die absolute Bewegung. Ist ein Körper in relativer Bewegung, so ist er gleichzeitig in Bezug auf die übrigen Körper, zu denen er sich nicht in Bewegung befindet, in Ruhe und zwar in relativer Ruhe. Neben der relativen Ruhe könnte man ebenfalls absolute Ruhe unterscheiden, in der Wirklichkeit haben wir es aber nur mit relativer Ruhe zu thun. Bei der relativen Bewegung zu unterscheiden, welcher Körper an der relativen Ortsveränderung Schuld hat, also eine Ortsveränderung erleidet, ist nicht immer leicht und es entspringen hieraus häufig Täuschungen, indem man eine scheinbare Bewegung für eine wirkliche nimmt. Die tägliche Bewegung der Himmelskörper um die Erde von Osten nach Westen ist z. B. nur eine scheinbare, hervorgerufen durch die wirkliche Bewegung der Erde, nämlich durch ihre Rotation in der Richtung von Westen nach Osten. So macht es bei gedankenlosem Hinblicken oft den Eindruck, als ob bei windigem Wetter und mit einzelnen Wolken bedecktem Himmel der Mond sich bewege, die Wolken aber stillständen etc.

Wegen des Weges eines bewegten Körpers s. Art. Bahn.

Die Art der Bewegung ist entweder drehend, oder fortschreitend, oder drehend und fortschreitend zugleich, z. B. die Räder in einer Wanduhr bewegen sich drehend, die in einem in Bewegung befindlichen Wagen sitzenden Personen fortschreitend, die Räder eines fahrenden Wagens drehend und fortschreitend. Die fortschreitende Bewegung ist entweder auf eine bestimmte Bahn beschränkt oder nicht, und dann im ersten Falle circulirend, z. B. der in einer Schleuder

geschwenkte Stein, oder oscillirend, z. B. die hin- und hergehende Bewegung der Kolbenstange einer Pumpe oder das Uhrpendel.

Zu jeder Bewegung ist Zeit nöthig. Mit Rücksicht auf die Zeit unterscheidet man gleichförmige und ungleichförmige Bewegung, je nachdem in gleichen Zeittheilchen stets gleich grosse Wege zurückgelegt werden oder nicht. Die Bewegung eines Uhrzeigers soll gleichförmig sein; die Bewegung eines fallenden oder vertical aufwärts geworfenen Körpers ist aber eine ungleichförmige.

Legt von zwei Körpern der eine in derselben Zeit einen grösseren Weg zurück, als der andere, so sagt man, der erstere habe eine grössere Geschwindigkeit, als der andere. Dasselbe gilt auch von einem Körper, der zu demselben Wege weniger Zeit gebraucht. Die Geschwindigkeit bestimmt man gewöhnlich dadurch, dass man angiebt, einen wie grossen Weg der Körper in einer Secunde zurücklegen würde, wenn er sich selbst überlassen wäre und ohne Hinderniss fortgehen könnte. Hätte man die Geschwindigkeit durch die Angabe der Zeit bestimmt, welche ein Körper braucht, um einen Weg von bestimmter Länge, z. B. von einer Meile, zurückzulegen, so würde man bei Angabe des Geschwindigkeitsverhältnisses zweier Körper auf das Unbequeme indirecter Verhältnisse kommen, während die vorher angegebene Bestimmungsweise auf directe Verhältnisse führt. — Bei ungleichförmigen Bewegungen nennt man die in irgend einem Augenblicke stattfindende Geschwindigkeit gewöhnlich die Endgeschwindigkeit, indem man sich die ungleichförmige Bewegung beendet und den Körper nur dem Beharrungsvermögen folgend fortgehend denkt. — In vielen Fällen nimmt man an, dass die Bewegung mit unveränderter Geschwindigkeit erfolgt sei, obgleich dies nicht der Fall gewesen ist, z. B. bei der Bestimmung der Geschwindigkeit eines Fahrzeuges. Die dann zu Grunde gelegte Geschwindigkeit nennt man die mittlere. — Bei Bewegungen in krummlinigen Bahnen benutzt man auch den Begriff der Winkelgeschwindigkeit und versteht darunter die Grösse des Winkels, welchen der Radius oder Radiusvector in einer Secunde durchläuft.

Nimmt bei einer ungleichförmigen Bewegung die Geschwindigkeit fortwährend zu, so heisst die Bewegung eine beschleunigte; nimmt sie hingegen fortwährend ab, so eine verzögerte.

Frei heisst eine Bewegung, wenn ein Körper, ohne auf Hindernisse zu stossen, einen Weg verfolgt, den nur die bewegend wirkenden Kräfte bedingen; der Gegensatz ist die Bewegung auf vorgeschriebenem Wege, bei welcher der Weg durch entgegenstehende Hindernisse vorgeschrieben ist und von dem abweicht, welchen der Körper sonst eingeschlagen haben würde. Eine Bewegung der letztern Art ist z. B. der Fall auf einer schiefen Ebene, während der Fall der Körper im leeren Raume frei ist.

Einfach heisst eine Bewegung, wenn ein Körper seinem Behar-

rungsvermögen folgend fortgeht oder nur eine Kraft auf denselben in stets gleichbleibender Richtung einwirkt; zusammengesetzt heisst hingegen die Bewegung, wenn auf einen Körper gleichzeitig zwei oder mehrere Kräfte einwirken, deren Wirkung sich nicht aufhebt. Eine einfache Bewegung ist stets geradlinig. Jede krummlinige Bewegung ist eine zusammengesetzte; die zusammengesetzte Bewegung kann aber auch geradlinig sein.

Ueber die Gesetze, welche für die verschiedenen Arten der Bewegung gelten, handelt Art. Bewegungslehre.

Bewegungsgrösse ist das Product aus der Masse eines Körpers und seiner Geschwindigkeit (s. Art. Kraft (I. e u. II. e).

Bewegungslehre oder **Phoronomie** handelt von den Gesetzen, welche für die verschiedenen Arten der Bewegung von dem rein mathematischen Standpunkte aus gelten, also mit Ausschluss der Bewegbarkeit abgesehen von allen anderen zufälligen Eigenschaften und ohne Rücksicht auf etwa entgegenstehende Hindernisse. Wegen der verschiedenen Arten von Bewegung und der dabei vorkommenden sonstigen Begriffe ist Art. Bewegung zu vergleichen.

I. Gleichförmige Bewegung. Eine gleichförmige Bewegung würde entstehen, wenn ein in Bewegung befindlicher Körper nur seinem Beharrungsvermögen folgend fortgehen könnte; dieselben Gesetze gelten aber auch, wenn man bei einer Bewegung eine mittlere Geschwindigkeit zu Grunde legt. Da hier in gleichen Zeiten gleiche Wege zurückgelegt werden, und wir in diesem Falle als Geschwindigkeit den in einer Secunde wirklich zurückgelegten Weg zu nehmen haben, so findet man den in einer gewissen Zeit (T Secunden) durchlaufenen Weg (S), wenn man die Geschwindigkeit (C) mit der in Secunden ausgedrückten Zeit multiplicirt, also ist

$$1)\quad S = TC.$$

Hieraus folgt

$$2)\quad T = \frac{S}{C},$$

d. h. man findet die in Secunden ausgedrückte Zeit, wenn man den zurückgelegten Weg durch die Geschwindigkeit — beide in derselben Masseinheit ausgedrückt — dividirt, und

$$3)\quad C = \frac{S}{T},$$

d. h. man findet die Geschwindigkeit, wenn man den Weg durch die Anzahl der Secunden dividirt, welche zur Zurücklegung erforderlich gewesen sind.

Bei Vergleichung zweier gleichförmigen Bewegungen mit einander

erhält man allgemein, wenn S, C, T für die eine und s, c, t für die andere gelten:

$$4)\quad S : s = TC : tc,$$

$$5)\quad T : t = \frac{S}{C} : \frac{s}{c},$$

$$6)\quad C : c = \frac{S}{T} : \frac{s}{t},$$

und für gleiche Zeiten:

$$7)\quad S : s = C : c,$$

für gleiche Geschwindigkeiten:

$$8)\quad S : s = T : t,$$

für gleiche Wege:

$$9)\quad C : c = t : T;$$

d. h. 4) die Wege verhalten sich allgemein wie die Producte aus den Zeiten und Geschwindigkeiten. 5) Die Zeiten verhalten sich allgemein wie die durch die Geschwindigkeiten dividirten Wege. 6) Die Geschwindigkeiten verhalten sich allgemein wie die durch die Zeiten dividirten Wege. 7) Bei gleichen Zeiten verhalten sich die Wege wie die Geschwindigkeiten. 8) Bei gleichen Geschwindigkeiten verhalten sich die Wege wie die Zeiten. 9) Bei gleichen Wegen verhalten sich die Geschwindigkeiten umgekehrt wie die Zeiten.

II. Beschleunigte Bewegung. Wir betrachten hier nur den einfachsten Fall der verschiedenen beschleunigten Bewegungen (s. Art. Acceleration), nämlich die gleichförmig beschleunigte. Eine solche würde entstehen, wenn auf einen Körper continuirlich, also fortwährend, eine Kraft mit derselben Stärke antreibend wirkte; denn da der einmal in Bewegung gesetzte Körper, sobald keine Kraft weiter auf ihn einwirken würde, seinem Beharrungsvermögen folgen, also in gleichförmiger Bewegung fortgehen müsste, so ist stets ein neuer und zwar dem vorigen gleicher Antrieb erforderlich, um in jedem folgenden, selbst dem kleinsten Zeitabschnitte einen gleichgrossen Zuwachs an Geschwindigkeit zu erzeugen. Eine Bewegung aber, bei welcher die Geschwindigkeitszunahme, d. h. die Acceleration, unverändert bleibt, ist eine gleichförmig beschleunigte.

Die in jedem Augenblicke bei der gleichförmig beschleunigten Bewegung vorhandene Geschwindigkeit wird Endgeschwindigkeit genannt (s. Art. Bewegung).

Es gelten für die gleichförmig beschleunigte Bewegung folgende Gesetze. Hierbei bezeichnen wir mit S den von Anfang der Bewegung an zurückgelegten Weg, mit T die auf diesen Weg verwendete Zeit in Secunden und mit C die Endgeschwindigkeit am Ende der Zeit T.

1) Die Endgeschwindigkeiten verhalten sich wie die Zeiten, also

$$C : c = T : t.$$

Dies folgt unmittelbar aus der Erklärung der gleichförmig beschleunigten Bewegung, da die Geschwindigkeitszunahme oder Acceleration unveränderlich sein soll.

2) Die Endgeschwindigkeit der ersten Secunde ist noch einmal so gross als der Weg in der ersten Secunde.

Bezeichnet man den Weg der ersten Secunde mit w und die Endgeschwindigkeit der ersten Secunde, also den Weg in der 2. Secunde ohne Einwirkung der antreibenden Kraft, mit γ, so erhält man für die aufeinanderfolgenden Secunden folgende Wege und Endgeschwindigkeiten:

in der 1. Sec. den Weg w und die Endgeschwindigkeit γ
- - 2. - - - $\gamma + w$ - - - 2γ
- - 3. - - - $2\gamma + w$ - - - 3γ
u. s. f.

in der $n$ten Sec. den Weg $(n-1)\gamma + w$ und die Endgeschwindigkeit $n\gamma$. Der in allen n Secunden zurückgelegte Weg ist also:

$$\Sigma = nw + [1 + 2 + 3 + \ldots (n-1)]\gamma$$
$$= nw + \frac{n(n-1)}{1\,.\,2}\gamma.$$

Wäre $S_,$ der Weg in $n + n_,$ Secunden, so müsste

$$S_, = (n + n_,)\,w + \frac{(n + n_,)\,(n + n_, - 1)}{1\,.\,2}\gamma \text{ sein, oder}$$

$$S_, = nw + \frac{n(n-1)}{1\,.\,2}\gamma + n_, w + \frac{n.\,n_,}{1\,.\,2}\gamma + \frac{n_,\,(n + n_, - 1)}{1\,.\,2}\gamma$$
$$= \Sigma + n_, w + \frac{n.\,n_,}{1\,.\,2}\gamma + \frac{n_,\,(n + n_, - 1)}{1\,.\,2}\gamma.$$

Wäre $S_{,,}$ der Weg von Anfang an für n Secunden und dann noch für $n_,$ Secunden mit der Endgeschwindigkeit am Ende der $n$ten Secunde, so müsste $S_{,,} = \Sigma + n\,.\,n_,\gamma$ sein, da $n\gamma$ die Endgeschwindigkeit der $n$ten Secunde ist.

Offenbar muss $S_, = S_{,,}$ werden, wenn $n_, = o$, oder wenn allgemein

$$n_, w + \frac{n\,.\,n_,}{1\,.\,2}\gamma + \frac{n_,\,(n + n_, - 1)}{1\,.\,2}\gamma = n\,.\,n_,\gamma, \text{ also}$$

$$w + \frac{1}{2}n\gamma + \frac{1}{2}(n + n_, - 1)\gamma = n\gamma, \text{ oder}$$

$$w + \frac{1}{2}(n + n_, - 1)\gamma = \frac{1}{2}n\gamma \text{ ist.}$$

Setzt man hier $n_, = o$, so erhält man

$$w + \frac{1}{2}n\gamma - \frac{1}{2}\gamma = \frac{1}{2}n\gamma \text{ oder } w = \frac{1}{2}\gamma.$$

3) Würde ein Körper mit der nach einer gewissen Zeit erlangten Endgeschwindigkeit ohne Acceleration fortgehen, so legt er in einer Zeit, welche der vom Anfange der gleichförmig beschleunigten Bewegung verstrichenen gleich ist, einen doppelt so grossen Weg zurück, also

$$S = \frac{1}{2} T C.$$

Da $w = \frac{1}{2} \gamma$ ist, so ist $\Sigma = \frac{1}{2} n\gamma + \frac{n(n-1)}{1 \cdot 2} \gamma = \frac{1}{2} n^2 \gamma$. Die Endgeschwindigkeit der $n$ten Secunde ist $n\gamma$, also der mit dieser Geschwindigkeit in n Secunden gleichförmig zurückgelegte Weg $n^2\gamma$, d. h. doppelt so gross als $\frac{1}{2} n^2 \gamma$.

4) Die vom Anfange an zurückgelegten Wege verhalten sich wie die Quadrate der Endgeschwindigkeiten und ebenfalls wie die Quadrate der Zeiten, also:

$$S : s = C^2 : c^2 = T^2 : t^2.$$

Ist S der Weg in der Zeit T, so ist, wie oben gezeigt wurde, $S = \frac{1}{2} \gamma T^2$ und ebenso in der Zeit t der Weg $s = \frac{1}{2} \gamma t^2$, also $S : s = \frac{1}{2} \gamma T^2 : \frac{1}{2} \gamma t^2 = T^2 : t^2$. Da $C : c = T : t$, so ist auch $T^2 : t^2 = C^2 : c^2$, also auch $S : s = C^2 : c^2$.

5) Ist die Acceleration (γ) bekannt und ausserdem noch eine der drei Grössen S, C oder T gegeben, so lassen sich aus den eben gefundenen Gesetzen die beiden anderen berechnen, und somit ergiebt sich die Lösung einer grossen Anzahl bei der gleichförmig beschleunigten Bewegung vorkommender Aufgaben. Man erhält nämlich:

$$S = \frac{C^2}{2\gamma} = \frac{1}{2} \gamma T^2.$$

$$C = \sqrt{2\gamma S} = \gamma T.$$

$$T = \sqrt{\frac{2S}{\gamma}} = \frac{C}{\gamma}.$$

6) Die Acceleration (γ) ist durch je zwei der Grössen S, C, T bestimmt, wie sofort sich aus No. 5 ergiebt, nämlich:

$$\gamma = \frac{C^2}{2S} = \frac{2S}{T^2} = \frac{C}{T}.$$

Da man zur Messung des Weges in den Längenmassen und der Zeit in den Uhren zweckmässige Hilfsmittel besitzt, aber zur Messung der Endgeschwindigkeit dergleichen fehlen, so legt man, wenn die Grösse der Acceleration ermittelt werden soll, dem Experimente die Formel $\gamma = \frac{2S}{T^2}$

zu Grunde, d. h. man ermittelt genau den Weg, welchen der Körper in einer Anzahl von Secunden zurücklegt, und dividirt seine Länge durch das halbe Quadrat der zum Zurücklegen verbrauchten Secunden.

7) Die Endgeschwindigkeiten schreiten, wenn man die am Ende des ersten Zeittheiles als Einheit nimmt, nach gleichen Zeiten, wie die Zahlen der Zahlenreihe fort.

Ist nämlich die Endgeschwindigkeit des ersten Zeittheiles γ, so ist die des zweiten 2γ, des dritten 3γ u. s. f., und dividirt man durch γ, so erhält man die Zahlenreihe 1, 2, 3 . . . .

8) Die vom Anfange an gerechneten Wege schreiten fort wie die Quadrate der Zahlenreihe, wenn die darauf verwendeten Zeiten um gleichviel wachsen und man den Weg des ersten Zeittheiles als Einheit zu Grunde legt.

Ist nämlich der Weg der ersten Secunde $\frac{1}{2}\gamma$, so ist der in den beiden ersten $\frac{1}{2}\gamma . 2^2$ wegen $S = \frac{1}{2}\gamma T^2$, der in den 3 ersten $\frac{1}{2}\gamma . 3^2$ u. s. f., und dividirt man durch $\frac{1}{2}\gamma$, so erhält man 1^2, 2^2, 3^2 . . . .

9) Die Wege in den einzelnen Zeittheilen schreiten unter denselben Voraussetzungen wie in No. 8 fort wie die ungeraden Zahlen der Zahlenreihe.

Ist nämlich der Weg der ersten Secunde $\frac{1}{2}\gamma$, so ist der in der zweiten $\frac{1}{2}\gamma(2^2 - 1) = \frac{1}{2}\gamma . 3$, in der dritten $\frac{1}{2}\gamma(3^2 - 2^2) = \frac{1}{2}\gamma . 5$ u. s. f., und dividirt man durch $\frac{1}{2}\gamma$, so erhält man 1, $2^2 - 1 = 3$, $3^2 - 2^2 = 5$, $4^2 - 3^2 = 7$ . . . .

10) Hat ein Körper bereits zu Anfang der gleichförmig beschleunigten Bewegung eine Geschwindigkeit $= K$, so ist jede der 5 Grössen S, C, T, γ und K durch die drei übrigen bestimmt.

Behielte der Körper seine Geschwindigkeit K, so legte er in T Secunden den Weg KT zurück; würde der Körper nur gleichförmig beschleunigt mit der Acceleration γ sich T Secunden lang bewegen, so legte er den Weg $\frac{1}{2}\gamma T^2$ zurück; bewegt er sich nun gleichförmig fort und hat er bereits die Geschwindigkeit K, so legt er in T Secunden einen Weg $S = KT + \frac{1}{2}\gamma T^2$ zurück. Ebenso muss die Geschwindigkeit C nach T Secunden die Summe aus der bereits vorhandenen Geschwindigkeit K und der durch die Acceleration erhaltenen γT sein, also $C = K + \gamma T$.

Diese beiden Formeln bilden die Grundlage für die übrigen, und man erhält überhaupt folgende Resultate:

a) $S = KT + \frac{1}{2}\gamma T^2 = \frac{C^2 - K^2}{2\gamma} = \frac{(C+K)T}{2} = TC - \frac{1}{2}\gamma T^2.$

b) $C = K + \gamma T = \sqrt{K^2 + 2\gamma S} = \frac{2S}{T} - K = \frac{S + \frac{1}{2}\gamma T^2}{T}$

c) $T = \frac{C-K}{\gamma} = \frac{-K + \sqrt{K^2 + 2\gamma S}}{\gamma} = \frac{2S}{C+K} = \frac{C - \sqrt{C^2 - 2\gamma S}}{\gamma}.$

d) $\gamma = \frac{C-K}{T} = \frac{2(S-KT)}{T^2} = \frac{C^2 - K^2}{2S} = \frac{2(CT-S)}{T^2}.$

e) $K = C - \gamma T = \sqrt{C^2 - 2\gamma S} = \frac{2S}{T} - C = \frac{S - \frac{1}{2}\gamma T^2}{T}.$

III. Verzögerte Bewegung. Auch hier betrachten wir nur den einfachsten Fall, nämlich die gleichförmig verzögerte Bewegung (s. Art. Retardation). Eine solche Bewegung würde entstehen, wenn eine Kraft continuirlich mit derselben Stärke auf einen in Bewegung befindlichen Körper hemmend einwirkte.

Bedenkt man, dass die Retardation auf den in Bewegung befindlichen Körper in derselben Weise wie die Acceleration, nur im entgegengesetzten Sinne wirkt, so ergeben sich — indem man in den unter II. 10 aufgestellten Resultaten γ entgegengesetzt nimmt — einfach folgende Resultate für die gleichförmig verzögerte Bewegung, wenn S den vom Anfange der gleichförmigen Verzögerung zurückgelegten Weg, T die auf diesen Weg verwendete, in Secunden ausgedrückte Zeit, C die am Ende der Zeit noch vorhandene Endgeschwindigkeit, K die Anfangsgeschwindigkeit und γ die Retardation bedeutet:

1) $S = KT - \frac{1}{2}\gamma T^2 = \frac{K^2 - C^2}{2\gamma} = \frac{K + C}{2} T = TC + \frac{1}{2}\gamma T^2.$

2) $C = K - \gamma T = \sqrt{K^2 - 2\gamma S} = \frac{2S}{T} - K = \frac{S - \frac{1}{2}\gamma T^2}{T}.$

$$3)\quad T = \frac{K - C}{\gamma} = \frac{K - \sqrt{K^2 - 2\gamma S}}{\gamma} = \frac{2S}{K + C} = \frac{-C + \sqrt{C^2 + 2\gamma S}}{\gamma}.$$

$$4)\quad \gamma = \frac{K - C}{T} = \frac{2(S - CT)}{T^2} = \frac{K^2 - C^2}{2S} = \frac{2(KT - S)}{T^2}.$$

$$5)\quad K = C + \gamma T = \sqrt{C^2 + 2\gamma S} = \frac{2S}{T} - C = \frac{S + \frac{1}{2}\gamma T^2}{T}.$$

Soll die Endgeschwindigkeit = 0 werden, also die Bewegung so weit fortgehen, bis Ruhe eintritt, so ergiebt sich:

$$6)\quad S = \frac{K^2}{2\gamma} = \frac{KT}{2} = \frac{1}{2}\gamma T^2.$$

$$7)\quad T = \frac{K}{\gamma} = \frac{2S}{K} = \sqrt{\frac{2S}{\gamma}}.$$

$$8)\quad \gamma = \frac{K}{T} = \frac{2S}{T^2} = \frac{K^2}{2S}.$$

$$9)\quad K = \gamma T = \sqrt{2\gamma S} = \frac{2S}{T}.$$

Die vorstehenden Gesetze betreffen die einfache Bewegung und wir wenden uns nun zu der zusammengesetzten (vergl. Art. Bewegung).

IV. Zusammengesetzte Bewegung, wenn die bewegenden Kräfte einen gemeinschaftlichen Angriffspunkt haben.

Sucht man bei einer zusammengesetzten Bewegung die Kraft, welche für sich allein wirkend denselben Erfolg hervorbringen würde, so sagt man: die Kräfte werden zusammengesetzt. Die durch die Zusammensetzung erhaltene Kraft nennt man die Resultirende; die Kräfte, welche zusammengesetzt werden, die Componenten. Kräfte kann man indessen nur in eine zusammensetzen, wenn die zusammengesetzte Bewegung geradlinig ist. Bei Bewegungen in krummlinigen Bahnen hilft man sich dadurch, dass man die krumme Linie in geradlinige Elemente getheilt denkt.

1) Wirken zwei oder mehrere Kräfte auf einen Körper, von denen jede allein demselben eine gleichförmige, in dieselbe Richtung fallende Bewegung ertheilen würde, so ist der Erfolg so, als ob nur eine

Kraft vorhanden wäre, welche in derselben Richtung, aber mit einer Stärke wirkte, welche allein dem Körper eine Geschwindigkeit gleich der Summe der Geschwindigkeiten der einzeln wirkenden Kräfte ertheilen würde.

2) Wirken zwei Kräfte auf einen Körper, von denen jede allein demselben eine gleichförmige, aber in entgegengesetzte Richtungen fallende Bewegung ertheilen würde, so ist der Erfolg so, als ob nur eine Kraft vorhanden wäre, welche in der Richtung der stärkeren mit einer Kraft wirkte, welche allein dem Körper eine Geschwindigkeit gleich der Differenz der Geschwindigkeiten der einzeln wirkenden Kräfte ertheilen würde.

Wirken mehrere Kräfte in dieser Weise nach der einen und ebenso mehrere nach der entgegengesetzten Richtung, so kann man nach No. 1 diese auf zwei einander entgegengesetzte Kräfte zurückführen und dann das Resultat, wie eben angegeben wurde, bemessen.

Zwei gleich stark nach entgegengesetzter Richtung wirkende Kräfte bringen keine Bewegung hervor, d. h. halten einander im Gleichgewichte.

3) a. Wirken zwei Kräfte auf einen Körper, von denen jede allein demselben eine gleichförmige Bewegung ertheilen würde, deren Richtungen aber nicht zusammenfallen oder entgegengesetzt liegen, sondern einen Winkel einschliessen, so ist der Erfolg so, als ob nur eine Kraft vorhanden wäre, deren Richtung und Stärke die Diagonale des Parallelogramms angiebt, welches man über den als Mass der beiden gegebenen Kräfte dienenden Strecken als Seiten construiren kann. Um nämlich Kräfte in Zeichnungen darzustellen, giebt man entweder durch einen mit einer Pfeilspitze versehenen Strich die Richtung derselben an und setzt in Zahlen die Stärke der Kraft in Krafteinheiten daneben, oder man deutet durch den Strich nicht blos die Richtung an, sondern zugleich durch die Länge desselben die verhältnissmässige Stärke.

Dies Parallelogramm nennt man das Parallelogramm der Kräfte oder Kräfteparallelogramm, besser Parallelogramm der Geschwindigkeiten. Die Resultirende heisst auch die Mittelkraft, und statt Componenten sagt man auch Seitenkräfte.

b. Wirken die beiden Kräfte unter einem Winkel α auf eine Masse M und nennen wir die Geschwindigkeiten, welche die eine Kraft allein erzeugen würde, c_1, die der anderen c_2, so ist die resultirende Geschwindigkeit

$$C = \sqrt{c_1^2 + c_2^2 + 2 c_1 c_2 \cos \alpha},$$

der Weg S in der Zeit T

$$S = T \sqrt{c_1^2 + c_2^2 + 2 c_1 c_2 \cos \alpha}.$$

und die Stärke der Resultirenden

$$R = M \sqrt{c_1^2 + c_2^2 + 2\, c_1\, c_2 \cos \alpha}\,.$$

Hieraus folgt, dass die Resultirende um so grösser ist, je kleiner α wird.

c. Für jeden Punkt der Mittelkraft sind die statischen Momente (s. Art. Moment) der beiden Seitenkräfte einander gleich.

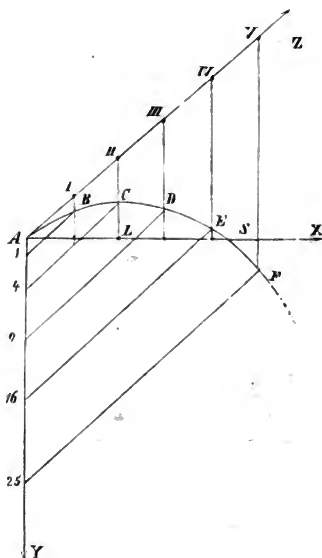
4) Wirken zwei oder mehrere Kräfte auf einen Körper, von denen jede allein demselben eine gleichförmig beschleunigte Bewegung in derselben oder in entgegengesetzter Richtung ertheilen würde, so ist der Erfolg ebenso wie bei Kräften, die eine gleichförmige Bewegung veranlassen (IV. 1 u. 2), nur dass die resultirende Bewegung wieder eine gleichförmig beschleunigte ist, und zwar ist die Acceleration der Resultirenden die Summe der Accelerationen der einzelnen Kräfte, wenn sie in derselben Richtung wirken, und gleich der Differenz aus den Summen der in demselben Sinne wirkenden Accelerationen, wenn sie in zwei entgegengesetzten Richtungen wirken.

5) Wirken zwei oder mehrere Kräfte auf einen in gleichförmiger Bewegung befindlichen Körper, von denen jede allein demselben eine gleichförmig verzögerte Bewegung in seiner Richtung ertheilen würde, so ist der Erfolg nach den unter III. gefundenen Formeln zu bemessen, und zwar ist die Retardation gleich der Summe aller Retardationen der einzelnen Kräfte.

6) Wirken zwei Kräfte auf einen Körper, von denen jede allein demselben eine gleichförmig beschleunigte Bewegung ertheilen würde, deren Richtungen einen Winkel einschliessen, so ist der Erfolg so, als ob nur eine continuirlich mit derselben Stärke antreibende Kraft vorhanden wäre, deren Richtung und halbe Acceleration die Diagonale desjenigen Parallelogramms angiebt, welches man über den in der ersten Secunde durch die einzeln wirkenden Kräfte zurückgelegten Wegen als Seiten construiren kann. Man nennt dies Parallelogramm das Parallelogramm der Beschleunigungen oder der beschleunigenden Kräfte.

7) Wirken zwei Kräfte auf einen Körper, von denen die eine allein demselben eine gleichförmige, die andere allein aber eine gleichförmig beschleunigte Bewegung ertheilen würde, und fallen die Richtungen zusammen, so ist dies der unter II. 10, sind die Richtungen aber entgegengesetzt, so der unter III. behandelte Fall. Wirken die beiden Kräfte unter einem Winkel und ändern sie ihre Richtungen nicht, so entsteht eine Bewegung, deren Bahn eine Parabel ist.

Wirken die beiden Kräfte unter einem Winkel $90^0 + \alpha = YAZ$ in der nebenstehenden Figur, wo $\angle XAZ = \alpha$ ist, und erfolgt die gleichförmige Bewegung in der Richtung Z mit der Geschwindig-



keit C, die gleichförmig beschleunigte in der Richtung Y mit der Acceleration γ; bezeichnen wir die durch den Angriffspunkt A gehende und mit Y einen Winkel von 90° bildende Richtung mit X, die Entfernung eines Bahnpunktes von X, z. B. CL, mit y und zwar positiv, wenn der Punkt zwischen X und Z liegt, ferner die Entfernung desselben Punktes von der Richtung Y, also AL, mit x, die Geschwindigkeit in der Richtung Y mit c_y und in der Richtung X mit c_x; setzen wir also an der Figur $AI = C$, $A1 = \gamma$, $CL = y$, $AL = x$, so ist:

a) $x = C \,.\, T \,.\, \cos\alpha$.

b) $y = C \,.\, T \,.\, \sin\alpha - {}^1/_2 \gamma T^2$.

c) Die Bahngleichung für rechtwinkelige Coordinaten in den Richtungen X und Y

$$y = x.tgs\,\alpha - {}^1/_2 \frac{\gamma x^2}{C^2 \cos^2\alpha} = x.tgs\,\alpha \left(1 - \frac{\gamma x}{C^2.\sin 2\alpha}\right).$$

d) Bezeichnet man die Entfernung, in welcher die Bahn die Richtung X schneidet, also in der Figur AS, mit E, so ist

$$E = \frac{C^2 \sin 2\alpha}{\gamma}.$$

e) Hieraus folgt, dass für $\alpha = 45^0$ E seinen grössten Werth erhält, nämlich

$$E_m = \frac{C^2}{\gamma}.$$

f) Ebenso ergiebt sich, dass E für $\alpha = 45 \pm \beta$ denselben Werth hat.

g) Für $\alpha = 15^0$ ist E halb so gross, als für $\alpha = 45^0$.

h) Der grösste Werth für $+ y$ ist $y_m = \dfrac{C^2 \sin^2\alpha}{2\gamma}$, und zwar wird dieser Punkt der Bahn erreicht nach $T = \dfrac{C \,.\, \sin\alpha}{\gamma}$ Secunden.

i) $c_x = C . \cos \alpha$.

k) $c_y = C . \sin \alpha - \gamma T$.

l) Die Geschwindigkeit in der Bahn c_b ist

$$c_b = \sqrt{C^2 - 2\gamma y}.$$

m) Da die fünf Gleichungen *a*, *b*, *i*, *k* und *l*, wenn γ als bekannt vorausgesetzt wird, im Ganzen 8 veränderliche Grössen enthalten, nämlich x, y, c_x, c_y, c_b, C, T und α, so sind durch je drei Grössen die fünf übrigen bestimmt, was 56 verschiedene Aufgaben geben würde. Die Bahngleichung unter No. *c* dient zur Bestimmung einer der 4 Grössen y, x, C und α, wenn die drei übrigen bekannt sind. Für manche Aufgaben ist indessen eine andere Form der Bahngleichung bequemer.

n) Führt man in die Bahngleichung unter No. *c* den in No. *d* gefundenen Werth E ein, so erhält man:

$$y = x . tgs\, \alpha \left(1 - \frac{x}{E}\right).$$

o) Nimmt man den durch y_m in No. *h* bestimmten Punkt als Anfangspunkt eines rechtwinkeligen Coordinatensystems, in welchem die Axe $X_,$ parallel Y und die Axe $Y_,$ parallel X gelegt ist, so erhält man:

$$y_,^2 = \frac{2\, C^2 . \cos^2 \alpha . x_,}{\gamma}.$$

p) Legt man ein Coordinatensystem zu Grunde, dessen Axen in der Richtung der beiden Kräfte, also in Y und Z, liegen, und nennt man die auf Y liegenden Ordinaten $x_{,,}$ und die auf Z liegenden $y_{,,}$, so ist

$$y_{,,}^2 = \frac{2\, C^2 . x_{,,}}{\gamma}.$$

q) Ist α positiv, so besteht die Bahn aus einem ansteigenden und absteigenden Parabelaste; ist $\alpha = o$, aus einem vollständigen absteigenden, und ist α negativ, nur aus einem unvollständigen absteigenden Parabelaste.

r) E_m in No. *e* ist doppelt so gross, als der Weg, welchen der Körper mit der Anfangsgeschwindigkeit $K = C$ und der Retardation $= \gamma$ bis dahin zurücklegen würde, wo seine Endgeschwindigkeit $= o$ wird (vergl. III. b).

s) Für denselben positiven Winkel α und dieselbe Acceleration γ ist

$$E : E_, = C^2 : C_,^2 = T^2 : T_,^2.$$

t) Für dieselbe Acceleration γ ist

$$T^2 : T_,^2 = E . tgs\, \alpha : E_, . tgs\, \alpha_,;$$

folglich ist, wenn dann $E = E_,$ wird,

$$T^2 : T_,^2 = tgs\, \alpha : tgs\, \alpha_,.$$

8) Wirkt auf einen in gleichförmiger Bewegung befindlichen Körper von einem und demselben Punkte aus eine Kraft continuirlich ablenkend, so entsteht eine Centralbewegung um jenen Punkt. Der Punkt, von welchem aus die ablenkende Kraft wirkt, heisst Centralpunkt, die ablenkende Kraft Centralkraft und die Kraft, welche dem Körper beiwohnt und ihn in der Richtung der Tangente forttreiben würde, wenn die Centralkraft zu wirken aufhörte, die Tangentialkraft. Die von dem Centralpunkte nach dem auf der Bahn befindlichen Beweglichen gezogene gerade Linie nennt man den Radius vector oder Leitstrahl.

Die Bahn kann eine geschlossene krumme Linie sein und kehrt dann zu denselben Punkten zurück, oder sie ist spiralförmig und nähert sich dabei entweder dem Centralpunkte immermehr oder entfernt sich ebenso von demselben.

Die Gesetze der Centralbewegung sind im Wesentlichen folgende:

a) Der Radius vector beschreibt in gleichen Zeiten gleiche Flächenräume, und die von demselben beschriebenen Flächenräume verhalten sich überhaupt wie die darauf verwendeten Zeiten. Es ist dies das zweite Kepler'sche Gesetz und dem gemäss bewegen sich die Planeten im Perihelium schneller auf ihrer Bahn als im Aphelium.

b) Die Geschwindigkeiten des bewegten Körpers an verschiedenen Stellen der Bahn verhalten sich umgekehrt wie die von dem Centralpunkte auf die Tangenten der Bahn an jenen Stellen gefällten Perpendikel. In einer kreisförmigen Bahn ist daher die Geschwindigkeit an allen Stellen dieselbe.

c) Nennen wir die Zeit zu einem Umlaufe durch die ganze Bahn die Umlaufszeit, so verhalten sich, wenn die Bahnen Kreise sind, bei verschiedenen Kreisen die Umlaufszeiten wie die Quotienten aus den Umfängen durch die Geschwindigkeiten. Bei demselben Kreise verhält sich die ganze Umlaufszeit zu der Zeit, welche auf das Durchlaufen eines Bogens verwendet wird, wie der Flächenraum des ganzen Kreises zum Ausschnitte, welcher zu dem betreffenden Bogen gehört.

d) Bei der Bewegung im Kreise ist die Acceleration, welche die Centralkraft allein bewirken würde, gleich dem Quadrate der Geschwindigkeit (Winkelgeschwindigkeit, s. Art. Bewegung) dividirt durch den Abstand von dem Centralpunkte (Halbmesser). Es ist also

$$\gamma = \frac{v^2}{r},$$

wenn v die Geschwindigkeit und r den Halbmesser bedeutet. Es ergiebt sich dies daraus, dass für einen kleinen Zeittheil der in der Bahndurch laufene Bogen als gerade Linie angesehen werden kann, dass die halbe Acceleration oder der in demselben kleinen Zeittheile nur durch die Wir-

kung der Centralkraft zurückgelegte Weg auf dem Radius vector abgeschnitten wird durch ein von dem Endpunkte jenes kleinen Bogens gefälltes Perpendikel, und dass nach einem bekannten Satze vom Kreise die Sehne die mittlere Proportionale ist zwischen dem durch den einen Endpunkt der Sehne gehenden Durchmesser und der Projection der Sehne auf diesen.

Hieraus folgt, dass die Centralkraft P, welche die Masse M im Kreise bewegt, ist

$$P = \frac{v^2 M}{r};$$

dass allgemein ist:

$$P : P_, = \frac{v^2 M}{r} : \frac{v_,^2 M_,}{r_,};$$

dass bei gleichen Winkelgeschwindigkeiten, also wenn $v : v_, = r : r_,$ sich verhält, die Proportion gilt:

$$P : P_, = rM : r_, M_,;$$

dass bei gleichen Winkelgeschwindigkeiten und gleichen Massen ist:

$$P : P_, = r : r_,$$

und bei gleichen Winkelgeschwindigkeiten und gleichen Halbmessern:

$$P : P_, = M : M_,.$$

e) Ist die Bahn kein Kreis, so kann man ein kleines Bogenstück als Kreisbogen ansehen, jedenfalls liegen drei auf einander folgende Punkte der Bahn in einem Kreise. Den durch drei solche Punkte gehenden Kreis nennt man den Krümmungskreis für diese Stelle der Bahn und den Halbmesser dieses Kreises den Krümmungshalbmesser. Es gilt nun für den Krümmungskreis dasselbe wie für eine Kreisbahn, und daher ist bei der Centralbewegung überhaupt die Normalbeschleunigung γ für eine bestimmte Stelle mit dem Krümmungshalbmesser r, wenn daselbst die Geschwindigkeit v ist,

$$\gamma = \frac{v^2}{r},$$

und daher ebenfalls für diese Stelle die auf die Masse M einwirkende Centralkraft

$$P = \frac{v^2 M}{r}.$$

Hieraus folgt, dass bei gleichen Massen, wenn sich die Centralkräfte umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen verhalten, die Proportion gilt:

$$v^2 : v_,^2 = r_, : r$$

und dass, wenn t und $t_,$ die entsprechenden Umlaufszeiten sind, ist:

$$t^2 : t_,^2 = r^3 : r_,^3.$$

Dies letztere Gesetz ist das dritte Kepler'sche Gesetz, wie denn überhaupt diese Gesetze von der Centralbewegung die Grundlage für die Bewegung der Himmelskörper bilden.

9) Wirken mehr als zwei Kräfte in verschiedenen Richtungen auf einen Körper ein, gleichgültig ob in derselben Ebene liegend oder nicht, wenn sie nur einen gemeinschaftlichen Angriffspunkt haben, so kann man erst zwei zusammensetzen, die erhaltene Resultirende mit der dritten u. s. f.

Würde jede Kraft dem Körper eine gleichförmige Bewegung ertheilen, so ziehe man durch den Endpunkt der Strecke, welche die erste Kraft vorstellt, eine der zweiten gleiche Parallele, durch den Endpunkt dieser ebenso eine der dritten gleiche Parallele u. s. f. bis zur letzten, und verbinde dann den Endpunkt der letzten Parallelen mit dem gemeinschaftlichen Angriffspunkte der Kräfte. Diese letzte Strecke stellt die Resultirende aus sämmtlichen Kräften dar. Das hierbei erhaltene Polygon, wenn die Kräfte in einer Ebene liegen, nennt man das Polygon der Kräfte oder besser der Geschwindigkeiten.

Würde jede Kraft für sich eine gleichförmig beschleunigte Bewegung erzeugen, so würde man in gleicher Weise ein Polygon der Beschleunigungen erhalten.

10) Da die Resultirende dieselbe Wirkung hervorbringt, wie ihre Componenten, so kann man auch jede Kraft ansehen als die Resultirende aus zwei oder mehreren Componenten. Sucht man statt einer einzigen Kraft zwei oder mehrere, welche gemeinschaftlich wirkend denselben Erfolg hervorbringen, so sagt man: die Kraft ist zerlegt worden.

Soll eine Kraft in zwei zerlegt werden, von denen jede allein eine gleichartige Bewegung, wie die zu zerlegende erzeugen würde, und wäre die Bewegung eine gleichförmige, so construirt man über der die Kraft darstellenden, wäre aber die Bewegung eine gleichförmig beschleunigte, über der die halbe Acceleration darstellenden Strecke als Diagonale ein Parallelogramm, dessen Seiten alsdann im ersten Falle Richtung und Stärke, im andern Falle Richtung und halbe Acceleration der Componenten angeben.

Soll eine Kraft in mehr als zwei Kräfte zerlegt werden, so zerlege man sie erst in zwei und wiederhole diese Zerlegung an den gefundenen Componenten, bis man die erforderliche Anzahl erhält. Allgemein kann man so verfahren, dass man bei einer Zerlegung in n Componenten, welche in einer Ebene liegen sollen, über der betreffenden Strecke ein $(n + 1)$Eck construirt, dessen übrige n Seiten dann die Componenten angeben. Es ergiebt sich hieraus, dass man für eine Kraft unendlich verschiedene Componenten setzen kann, da über einer Seite unendlich viele Dreiecke, Vierecke etc. möglich sind.

V. Zusammengesetzte Bewegung, wenn die Kräfte verschiedene, aber fest verbundene Angriffspunkte haben.

1) Wenn zwei Kräfte, von denen jede eine gleichförmige Bewegung erzeugen würde, verschiedene, aber fest verbundene Angriffspunkte haben, also auf ein System fest verbundener Punkte an verschiedenen Stellen einwirken, so lässt sich stets eine Resultirende finden, wenn die Kräfte in einer Ebene liegen und sie a) nicht parallel, oder b) einstimmig, d. h. auf derselben Seite von der die Angriffspunkte verbindenden Geraden liegen, parallel, oder c) entgegengesetzt parallel, aber von ungleicher Stärke sind.

Es lassen sich diese drei Fälle einfach durch eine Construction erweisen. Im ersten Falle verlängere man die Richtungen der Kräfte bis sie sich schneiden, trage daselbst die Kräfte ihrer Richtung entsprechend an und construire hier über denselben das Parallelogramm der Geschwindigkeiten. Im zweiten und dritten Falle kann man auf vier Arten construiren. Man bringe an jedem Angriffspunkte in der Richtung der Verbindungslinie derselben noch eine Kraft an, so dass beide gleich und einander entgegen oder von einander weg gerichtet sind, und setze diese mit den gegebenen Kräften entweder zusammen oder zerlege jede gegebene Kraft in die angelegte Hilfskraft und in noch eine zweite. Man erhält dann zwei nicht parallele Kräfte, welche auf das System dieselbe Wirkung ausüben. Trägt man von dem Durchschnittspunkte der Richtungen dieser beiden Kräfte die gefundenen Kräfte in ihren respectiven Richtungen ab und legt ausserdem in demselben Punkte parallel der Verbindungslinie der Angriffspunkte zwei den Hilfskräften gleiche Kräfte an, so kann man durch Zusammensetzung oder Zerlegung, je nachdem vorher eine Zerlegung oder Zusammensetzung ausgeführt wurde, die gegebenen Kräfte in den gefundenen Durchschnittspunkt verlegen. Hier fallen diese Kräfte stets in dieselbe gerade Linie und dadurch ist die Richtung und Stärke der Resultirenden bestimmt. Hierbei ergiebt sich zugleich, dass im dritten Falle die gegebenen Kräfte ungleich stark sein müssen, da man sonst keinen Durchschnittspunkt erhält. Ueberhaupt sieht man leicht, dass bei nicht fest verbundenen Punkten jeder durch die auf ihn einwirkende Kraft für sich bewegt wird, es also keine Resultirende geben kann; dass bei einem System fest verbundener Punkte die Gerade, welche die Angriffspunkte verbindet, in eine Drehung geräth, welche nicht in einer Ebene vor sich geht, sobald die Kräfte nicht in einer Ebene liegen; dass man für die beiden Kräfte nur dann eine Resultirende setzen kann, wenn dieselbe wieder einen Punkt trifft, der mit dem Systeme der beiden Angriffspunkte in fester Verbindung steht.

2) Wirken zwei Kräfte auf verschiedene Punkte eines festverbundenen Systems und lässt sich für dieselben eine Resultirende finden, so geht dieselbe stets durch denselben — Mittelpunkt der Resul-

tirenden genannten — Punkt, wenn die Kräfte ihre Richtungen in demselben Sinne um gleiche Winkel ändern. Es liegt dieser Punkt auf einem Kreise, welcher durch die beiden Angriffspunkte und den unter voriger Nummer (1) durch Construction gefundenen Durchschnittspunkt geht.

3) Haben zwei auf verschiedene Punkte eines festverbundenen Systems wirkende Kräfte eine Resultirende, so verhalten sich dieselben umgekehrt wie ihre Entfernungen von demselben, aber beliebigen Punkte der Resultirenden, oder die statischen Momente der beiden Kräfte für jeden beliebigen Punkt ihrer Resultirenden sind gleich (s. Art. Moment).

4) Wirken mehr als zwei Kräfte auf ein System fest verbundener Punkte an verschiedenen Angriffspunkten, so lässt sich eine Resultirende finden, wenn die Zusammensetzung zweier möglich ist, die Resultirende aus diesen mit der dritten sich zusammensetzen lässt u. s. w.

VI. Gleichgewicht. 1) Bringt man an einem freien Körper eine der Resultirenden gleiche, aber entgegengesetzte Kraft an, so hebt diese die Wirkung der Componenten auf und es halten sich sämmtliche Kräfte das Gleichgewicht, so dass jede gleich und entgegengesetzt der Resultirenden aus den übrigen ist. Ueberhaupt sagt man, dass Kräfte sich das Gleichgewicht halten oder im Gleichgewichte stehen, sobald jede die Wirkung der übrigen aufhebt.

2) Ist ein Körper um einen festen Punkt drehbar, welcher in der Richtung der Resultirenden liegt, so halten sich die Componenten das Gleichgewicht. Folglich stehen in diesem Falle zwei Kräfte im Gleichgewichte, wenn die statischen Momente derselben in Bezug auf diesen Punkt gleich sind.

3) Ist ein Körper um einen festen Punkt drehbar und wirken an ihm mehr als zwei in einer Ebene liegende Kräfte, so halten sich diese das Gleichgewicht, wenn die Summe der statischen Momente in Bezug auf den festen Punkt bei den nach der einen Richtung drehenden Kräften gleich derjenigen bei den nach der entgegengesetzten drehenden ist.

Bewegungsmoment oder mechanisches Moment ist das Product einer Kraft mit dem Wege, den der Angriffspunkt derselben in ihrer Richtung beschreibt (s. Art. Kraft).

Biconcav nennt man einen sphärisch geschliffenen Körper mit zwei entgegengesetzt liegenden hohlen Kugelflächen. Solche Körper werden offenbar von der Mitte nach dem Rande zu dicker (s. Art. Linsenglas).

Biconvex nennt man einen sphärisch geschliffenen Körper mit zwei entgegengesetzt liegenden erhabenen (convexen) Kugelflächen. Solche Körper werden offenbar von der Mitte nach dem Rande zu dünner (s. Art. Linsenglas).

Biegsamkeit ist die Eigenschaft eines festen Körpers, durch mechanische Einwirkung sich krümmen zu lassen, ohne dabei zu zerbrechen. Ein Körper ist um so biegsamer, je leichter er sich krümmen lässt. Vergl. Festigkeit.

Biegung bezeichnet eine durch mechanische Einwirkung bewirkte Krümmung eines Körpers.

Biegungsmoment ist das Product aus dem Elasticitätsmodulus und einem von der Vertheilung der Masse des betreffenden Körpers abhängigen Factor, worüber das Nähere im Art. Festigkeit.

Bierprobe oder **Bierwaage** } vergl. Art. Aräometer. B.

Bifilaraufhängung bezeichnet die Aufhängung eines Körpers an zwei Fäden; vergl. Art. Magnetometer.

Bifilarmagnetometer, s. Art. Magnetometer.

Bilder, electrische, s. Figuren, electrische.

Bilder, optische, geometrische oder mathematische und physische; negative und positive. Entsteht eine Abbildung eines Gegenstandes durch nur scheinbare Vereinigung reflectirter oder gebrochener Lichtstrahlen, so nennt man das Bild ein geometrisches oder mathematisches; entsteht hingegen die Abbildung durch wirkliche Vereinigung von Lichtstrahlen, so heisst das Bild ein physisches. Physische Bilder lassen sich auf Flächen auffangen. Näheres über das Zustandekommen solcher Bilder findet sich in den Artikeln: Spiegel, Linsenglas. D. etc.

Bei photographischen Bildern (s. Art. Photographie) unterscheidet man negative und positive. Eine negative Photographie stellt die hellsten Stellen des Gegenstandes am dunkelsten und dem entsprechend minder helle Stellen minder dunkel dar, während eine positive Photographie die Schattirungen in den wahren Verhältnissen des Gegenstandes wiedergiebt.

Bildsam oder plastisch, s. Art. Geschmeidigkeit.

Bindehaut (*conjunctiva*) ist die das Weisse im Auge bildende Sclerotica vorn bedeckende Haut; vergl. Art. Auge.

Binden der Wärme, s. Art. Wärme, gebundene.

Birnbarometer, s. Barometer.

Birnprobe nennt man ein jetzt nicht leicht mehr gebrauchtes Verfahren, um den bei einer Luftpumpe erreichten Grad der Verdünnung zu ermitteln. Es war hierbei ein Recipient mit einer Stopfbüchse erforderlich. An dem durch die Stopfbüchse gehenden Drahte war eine etwa 6 Zoll lange und 0,2 Linien weite, oben verschlossene Glasröhre befestigt, die sich unten birnförmig erweiterte und deren Inneres in gleiche Raumtheile abgetheilt war. Unter der Oeffnung der Birne stand ein Gefäss mit Quecksilber, und in letzteres wurde die Oeffnung der Birne hineingedrückt, sobald man den Grad der Luftverdünnung bestimmen wollte.

Liess man nämlich die atmosphärische Luft in den Recipienten alsdann eintreten, so wurde Quecksilber in die Birne gedrückt und aus dem nicht angefüllten Raume konnte man mit Berücksichtigung der noch eingeschlossenen Luft auf die stattgehabte Verdünnung schliessen. Jetzt ist mit der Luftpumpe entweder ein vollständiges oder ein abgekürztes Barometer in Verbindung, worüber das Nähere im Art. Luftpumpe und Barometerprobe.

Bipolare Induction, s. Art. Induction, electrische. F.

Blätterdurchgang, s. Krystallographie. D.

Bläue des Himmels bei heiterem Wetter rührt nicht davon her, dass die Luft vorzugsweise Blau reflectirt und Roth durchlasse, sondern von feinen Dunstbläschen, die selbst bei klarem Wetter noch vorhanden sind. Dass die atmosphärische Feuchtigkeit die Farbe des Himmels vorzugsweise bedingt, ergiebt sich aus mehreren Erscheinungen, z. B. dass der Dampf in der Nähe des Ventils einer Locomotive orangeroth erscheint, wenn man durch denselben nach der Sonne blickt. Clausius namentlich hat nachgewiesen, dass die Erscheinung von feinen Dunstbläschen herrührt, und dass sich ihre Wirkung im Wesentlichen auf die Farben dünner Blättchen (s. Art. Farbenringe) zurückführen lässt. Mehrt sich der Dunstgehalt und ändern dadurch die Bläschen ihre Grösse, so wird die blaue Farbe blasser. Daher erscheint auch der Himmel gewöhnlich am Horizonte etwas weisslich, weil in den unteren Schichten mehr Feuchtigkeit zu sein pflegt, oder die Dunstbläschen dicker sind, als in der Höhe.

Blase, s. Art. Luftblase.

Blasebalg nennt man das allbekannte Gebläse (s. Art. Gebläse) aus zwei hölzernen durch Leder luftdicht verbundenen Wänden, von denen die eine mit einem Ventile versehen ist, und aus dessen Innern eine eiserne Düse oder Deupe abgeht, aus welcher beim Zusammendrücken des Balges ein Luftstrom tritt. Regel beim Gebrauche ist, die Wand mit dem Ventile nach unten zu halten, weil sich sonst dasselbe beim Zusammendrücken nicht schliesst. Ein solcher Blasebalg heisst ein einfacher lederner Blasebalg. Da dieser Blasebalg nur stossweise wirkt, in vielen Fällen aber ein anhaltender Luftstrom nothwendig ist, z. B. bei der Orgel, so hat man denselben in dem doppelten und dreifachen Blasebalge vervollkommnet. Ein doppelter Blasebalg besteht aus einem grösseren einfachen, unter welchem ein kleinerer einfacher angebracht ist, dem die Düse fehlt, da er sich durch das Ventil des oberen in diesen entleeren soll. Durch mehrmaliges, schnell aufeinander erfolgendes Oeffnen und Schliessen des unteren Balges wird der obere gefüllt, und dann kann man die Luft im oberen durch zeitweises Zusammendrücken des unteren, während der obere noch bläst, ergänzen. Bei dem dreifachen Blasebalge sind drei Bälge übereinander; die untere Wand des untersten und die untere Wand des ober-

sten, welche zugleich die obere Wand des mittleren ist, stehen fest; die obere Wand des obersten und die obere Wand des untersten, welche zugleich die untere Wand des mittleren ist, sind beweglich; der mittlere und der obere Balg stehen, wie bei dem doppelten Blasebalge, in Verbindung, der unterste aber mündet ebenfalls in den obersten, indem die Communication luftdicht durch den mittleren hindurchgeht; der mittlere und untere Balg stehen ausserdem je durch ein Ventil mit der äusseren Luft in Verbindung. Wird nun der mittlere Balg bewegt, so entleert er sich beim Zusammendrücken in den obersten, aber gleichzeitig füllt sich der untere, da er erweitert wird; beim Auseinanderziehen des mittleren hingegen füllt sich derselbe, der unterste aber entleert sich in den obersten, da er hierbei zusammengedrückt wird. Der oberste Balg erhält also neuen Vorrath von Luft sowohl beim Zusammendrücken, als Auseinanderziehen des mittleren Balges, während dies bei dem doppelten nur geschieht, wenn der untere Balg zusammengedrückt wird. Mehreres über Gebläse im Art. Gebläse.

Blaseinstrumente sind musikalische Instrumente, bei denen der Ton mittelst eines Luftstromes erzeugt wird, z. B. Trompete, Orgel. Das Nähere s. im Art. Ton.

Blasenventil ist ein Ventil, bei welchem der Verschluss durch einen Streifen von Thierblase bewirkt wird. Es werden solche Ventile nur gebraucht, wo die Ventilöffnung klein ist und das Oeffnen keinen grossen Kraftaufwand erfordern soll, z. B. bei den Ventilluftpumpen (s. Art. Luftpumpe). Die Ventilöffnung befindet sich auf einem knopfartigen Vorsprunge und über dieselbe ist ein Streifen Thierblase gebunden, der mithin an den langen Seiten frei bleibt und daher bei einem Drucke von unten der durch die Oeffnung gehenden Luft einen Ausweg gestattet, hingegen sich fest andrückt, wenn der Druck von oben stärker ist.

Blaserohr heisst ausser dem bekannten Schiessrohre der Knaben das Dampfrohr bei den Locomotiven, welches den Dampf, nachdem er in dem Cylinder gewirkt hat, in den Schornstein führt, wodurch der zum Verbrennen nöthige Luftzug mit hervorgebracht wird. S. Art. Dampfmaschine und namentlich Locomotive.

Blau, s. Art. Farbe.

Blau des Himmels, s. Art. Bläue des Himmels.

Bleiloth, das, oder Senkel oder Loth besteht aus einem biegsamen Faden, an welchem ein Körper von hinlänglichem Gewichte hängt, um den Faden zu spannen, z. B. eine Kugel oder ein unten zugespitzter Körper aus Blei oder Messing. Man bedient sich desselben, um zu prüfen, ob eine Richtung vertical ist oder nicht; z. B. die Stangen der Windfahnen, die Röhren in den Wasserpumpen, die Einfassungen der Thüren etc. müssen vertical stehen; an vielen physikalischen Instrumenten wird die richtige Einstellung durch das Bleiloth bewirkt, z. B. bei

genauen Waagen; ausserdem ist das Bleiloth ein wesentlicher Theil der Setzwaage (s. Art. Setzwaage). Wegen des Lothes zu Tiefmessungen namentlich im Meere s. Art. Bathometer.

Blendung oder Diaphragma ist ein geschwärzter Ring an optischen Instrumenten, durch welchen das Licht abgehalten wird, welches die Deutlichkeit stören könnte. Vergl. Art. Fernrohr. I.

Blendungsbilder nennt man die Nachbilder, welche man erhält, wenn man in die Sonne bei milchigem Himmel und nicht zu tiefem Stande sieht, und dann die Augen schliesst.

Blitz oder Wetterstrahl ist ein electrischer Funke, der zwischen zwei Wolken oder zwischen einer Wolke und der Erde überspringt. Dass der Blitz und der electrische Funke von derselben Natur sind, dafür spricht schon Folgendes: Beide laufen in geschlängelten Wegen, treffen hohe und spitze, hervorragende Gegenstände am leichtesten, ergreifen die besten Leiter der Electricität, Metalle, Wasser und feuchte Körper mit Vermeidung der Nichtleiter, sengen und zünden, schmelzen Metalle, durchlöchern feste Körper, machen Menschen und Thiere blind, zerstören das thierische Leben, nehmen dem Magnete seine Kraft oder kehren seine Pole um und machen Stahl magnetisch. Zur Entscheidung ist die Frage namentlich durch Benjamin Franklin 1752 gekommen und zwar durch seinen Versuch mit dem electrischen Drachen (s. Art. Drache, electrischer), wiewohl schon vorher Wall, Gray, Nollet und Winkler Gründe dafür ausgesprochen hatten, auch bereits ebenfalls 1752 durch Dalibert und Delor in Frankreich entscheidende Versuche an Auffangestangen, wozu indessen Franklin die Idee angegeben hatte, zur Ausführung gekommen waren. Den Versuch mit dem Drachen wiederholte bald der Franzose de Romas mit grossartigem Erfolge. Im Jahre 1753 wurde Richmann in Petersburg durch einen Blitz erschlagen, welcher an einer in das Zimmer geleiteten Auffangestange herabfuhr. Wegen des Näheren über Entstehung des Blitzes u. dgl. ist Art. Gewitter zu vergleichen. S. auch Art. Wetterleuchten.

Blitzableiter, Wetterableiter oder Wetterstange ist eine von Benjamin Franklin erfundene Vorrichtung, durch welche dem herabfahrenden Blitze eine bestimmte Bahn angewiesen wird, so dass dem mit dieser Vorrichtung versehenen Gegenstande kein Schaden zugefügt werden kann.

Dass der Blitz ein electrischer Funke ist, darüber vergl. Art. Blitz. Daraus folgt, dass der Blitz seinen Weg auf guten Leitern mit Vermeidung der schlechten Leiter nehmen wird, um zur Erde zu gelangen, dass Spitzen an gut leitenden Körpern den electrischen Wolken die Electricität allmälig und ohne Funken, also ohne Blitz, entziehen werden, dass überhaupt für den Blitz die Gesetze des electrischen Funkens gelten, worüber Art. Electricität das Nähere angiebt.

Ein Blitzableiter besteht aus 3 Theilen: 1) aus der Auffangestange, 2) aus der Leitung und 3) aus der Ableitung oder dem Ende des Ableiters.

1) Die Auffangestange oder der Blitzfänger soll den herabfahrenden Blitz auf sich ziehen, so dass die umliegenden Theile des Gebäudes nicht getroffen werden. Deshalb muss die Stange die höchsten Theile des Gebäudes wenigstens 3 bis 5 Fuss überragen. Man macht die Stange gewöhnlich aus Eisen und zwar unten dicker als oben. Stangen von 5 bis 8 Fuss Länge erhalten unten einen Durchmesser von $^3/_4$ Zoll und dieser steigt bei 21 bis 27 Fuss Länge bis auf 2 Zoll. Da die Spitze vorzugsweise auf die Wolken wirken soll, so muss sie gut leitend sein, und deshalb schraubt man oben auf die Stange eine 9 bis 10 Zoll lange kupferne, im Feuer vergoldete Spitze. Statt goldener Spitzen hat man auch solche von Platin in Vorschlag gebracht. Die Spitze kann einfach oder auch lanzenförmig sein. Am Fusse der Stange bringt man gewöhnlich, etwas über der Dachfirste, eine angeschweisste Schiene an, um das an der Stange herabsickernde Wasser abzuleiten und ein Eindringen desselben in das Gebäude am Fussende der Stange zu vermeiden. Die Befestigung der Stange geschieht mittelst eiserner Federn, welche an die Stange angeschweisst sind und an die Dachsparren angeschraubt oder mit Nägeln befestigt werden. — Läuft der höchste Punkt des Gebäudes schon an sich in eine Spitze aus, z. B. ein Kirchthurm, so kann man diese ohne weiteres als Stange benutzen, nur ist für eine vergoldete Zuspitzung zu sorgen. — In manchen Fällen, z. B. bei niedrigen Pulverhäusern bringt man die Stange nicht auf dem Gebäude selbst an, sondern daneben an einem mastbaumähnlichen Gerüste, welches dann auch die Leitung trägt. — Bei grösseren Gebäuden muss man mehrere Auffangestangen anbringen, und ist es überhaupt besser deren eher zuviel als zu wenig aufzustellen, da die Wirkungssphäre der Stange noch nicht bis in eine Entfernung reicht, welche ihrer doppelten Länge gleichkommt, sondern höchstens bis in das Anderthalbfache.

Auffangestangen mit Spitzen nennt man wohl offensive im Gegensatze zu den mit Kugeln versehenen defensiven. Es gründet sich dies darauf, dass — wie eingangs gesagt wurde — die Spitze auf den nahen im electrischen Zustande befindlichen Körper schwächend wirkt, insofern aus der Spitze die entgegengesetzte Electricität dem electrischen 'zuströmt, der Uebergang der Electricität aus einer Kugel aber nur schlagend erfolgt und also erschwert wird. Man glaubte daher durch Kugeln auf den Auffangestangen das Einschlagen des Blitzes überhaupt unmöglich zu machen. Da dies nicht der Fall ist, auch der Blitzableiter seine Schuldigkeit thut, wenn er den auffahrenden Blitz unschädlich abführt, so ist man von den defensiven Auffangestangen abgekommen.

2) Die Leitung des Blitzableiters besteht in einer die

Electricität gut leitenden Verbindung der Auffangestange mit der Erdoberfläche. Ist ein Gebäude mit Metall gedeckt, so besitzt es an sich schon eine gute Leitung und es ist nichts weiter nöthig, als die Leitung von dem Ende der metallenen Dachrinnen weiter zu führen. Man könnte bei solchen Gebäuden sogar die Auffangestangen ersparen. An anders gedeckten Gebäuden bringt man eine künstliche Leitung an, welche über die ganze Firste des Daches, auch über die Schornsteine und andere Hervorragungen hinweggeht, dann über die Dachfläche hinweg und an den Wänden herabgeht. Man bedient sich hierzu gewöhnlich der Eisenstangen von 12 bis 13 Linien Breite und 3 Linien Dicke. Die Befestigung mit den Auffangestangen wird durch Ringe oder Bänder vermittelt, welche um die Auffangestange gelegt sind und Ohren haben, in welche die Ableitungsstangen eingenietet oder eingeschraubt werden. Die einzelnen Eisenstangen werden je zwei und zwei mit einem Ende zusammengeschweisst, an den andern Enden aber Löcher angebracht und dadurch mittelst Schrauben die Verbindung hergestellt, wobei man jedoch ein dünnes Bleiblättchen zwischen zu legen pflegt. Auf dem Dache werden die Leitstangen durch gabelförmige Wandnägel getragen, die in die Dachsparren eingeschlagen werden. — Statt der Eisenstangen kann man sich auch des Kupfers oder Messings bedienen, doch ist dies zu kostspielig; vortheilhafter haben sich Metallseile aus Eisendraht erwiesen, deren Durchmesser nur 7 bis 8 Linien zu sein braucht.

3) Das Ende der Ableitung bildet die Verlängerung der Leitung in die Erde hinein. Es kommt hierbei darauf an, diese Verlängerung bis zu einer Tiefe zu führen, an welcher man auf Feuchtigkeit stösst. Ist ein Brunnen in der Nähe, so führt man daher die Leitung in diesen hinein; in anderen Fällen bohrt man, bis man auf Wasser stösst, in die Erde und versenkt die Leitung in dies Bohrloch; ist auch dies nicht ausführbar, so bleibt nichts übrig, als die Leitung möglichst weit unter der Erde hin von dem Gebäude wegzuführen und dort zu verzweigen.

Besondere Verhältnisse führen auch ein besonderes Verfahren bei Anlage eines Blitzableiters mit sich. — Bei Strohdächern legt man unter die Leitung ein Brett. — Bei Windmühlen bewaffnet man nicht blos den Gipfel der Mühle mit einer Auffangestange, sondern versieht auch das Ende eines jeden Flügels mit einer kurzen derartigen Verlängerung. Jede Flügelruthe muss eine Leitung haben und diese gehen zu einem Ringe an der Welle. Die Leitung des beweglichen Theiles wird zu einem eisernen Reifen geführt, welcher an dem oberen Rande des unbeweglichen Theiles der Mühle angebracht ist, und zwar bringt man gewöhnlich die Verbindung dadurch zu Stande, dass die Leitung des beweglichen Theiles in eine Quaste von Rauschgold endet, die auf dem eisernen Reifen schleift. Ebenso bringt man den eisernen Reifen durch eine Leitung mit dem Ringe an der Welle in Verbindung; von dem Reifen selbst aber

führt eine angeschweisste Leitung zur Erde. — Auf Schiffen bediente man sich messingener oder kupferner Ketten von der Form der Messketten, die man bei heraufziehendem Gewitter am oberen Ende der Masten befestigte und neben den Pardunen an der Seite des Schiffs ins Wasser hängen liess. Es kamen hier an den Kettengelenken häufig Platzungen d. h. überspringende Blitze vor und daher ist man von den Ketten zurückgekommen. Jetzt bringt man den Blitzableiter mit dem Maste selbst in feste Verbindung. Man legt in den Mast kupferne Streifen ein, die nach der Krümmung des Mastes gewölbt sind, so dass durch sie der Umkreis des Mastes nicht gestört wird; führt diese Streifen an den Masten entlang durch den Schiffsraum bis zu dem sogenannten Schweinskiele; bringt auf dem Schweinskiele auf jeder Seite des Mastbaumes doppelte Kupferstreifen von 6 Zoll Breite an, welche sich über 5 bis 6 Kielbolzen erstrecken, und schlägt, wenn diese Bolzen nicht durch den eigentlichen Kiel bis zum Kupferbeschlage gehen sollten, noch einige bis dahin reichende Bolzen ein. Auf diese Weise fährt ein vom Maste herabgehender Blitz auf der Leitung durch das Schiff hindurch zum Wasser, ohne das Schiff zu beschädigen. Ebenso führt man da, wo der Mast in den Raum eintritt, kupferne Streifen unter den Deckbalken hinweg nach den Schiffsseiten, und setzt sie dort mit den an den Knieen und Spanten befindlichen Theilen in Verbindung. Ebenso gehen Streifen von dem Fockmaste nach dem Buge und von dem Besahnmaste nach dem Hintertheile, wo sie mit Bolzen und anderen metallischen Gegenständen verbunden werden und eine Leitung nach aussen erhalten. An dem oberen Ende des Mastes ist die Leitung über die Spitze weggebogen und auf der entgegengesetzten Seite befestigt; am unteren Ende der einzelnen Maststücke reicht sie noch unter die Verbindungsstelle mit dem sogenannten Eselshaupte etwas herab, wenn der Mast vollständig in die Höhe geschoben ist. An dem Eselshaupte wird durch kupferne Ringe und eine kupferne Bekleidung des runden Loches auf seiner hintern Seite eine Leitung zum nächsten Masttheile hergestellt, die man durch federnde Platten überdies noch sicherer machen kann. — Es ist oft vorgekommen, dass der Blitz in die Leitungsdrähte der electrischen Telegraphen geschlagen hat und bis in die Telegraphenbureaus vorgedrungen ist. Die in diesem Falle zum Schutze dienenden Ableiter beruhen auf der Thatsache, dass der electrische Funke des Blitzes in Rollen von mit Seide übersponnenem Drahte lieber die kleine Schlagweite von Windung zu Windung wählt, als den Umweg durch die Drahtwindungen macht, während im Gegentheil der galvanische Strom eher eine continuirliche Kette von vielen hundert Meilen durchläuft, als dass er auf ganz kurzem Wege den Kreislauf mittelst Ueberspringens über eine in der Leitung befindliche, noch so kleine Unterbrechung vollendet. Man bringt deshalb kurz vorher, ehe der Telegraphendraht zum Telegraphenapparate geht, noch eine Drahtrolle an, welche der electrische Strom

vorher noch zu durchlaufen hat, und in geringem Abstande einen von jener Rolle isolirten Metallknopf, welcher zur Erdplatte führt. Der electrische Strom durchläuft nun die Drahtrolle und den Telegraphenapparat, ehe er zur Erdplatte geht; ein Blitz hingegen springt, so wie er auf dem Drahte neben dem bezeichneten Metallknopfe anlangt, auf diesen über und geht sofort zur Erde, ohne den Telegraphenapparat zu durchlaufen.

Einen riesenmässigen Blitzableiter, Anti-Jupiter genannt, der eine ganze Gegend schützen sollte, hat Tavernier angegeben. Den Blitzableiter soll eine hohe Säule, ein Obelisk, tragen, welche die höchsten Gebäude des Ortes noch 50 bis 100 Fuss überragt; die Leitung besteht aus Kupfer von 1 bis $1^1/_2$ Zoll Durchmesser und als Auffangestange dient eine 12 Fuss hohe Krone von vergoldetem Kupfer, die um einen metallenen Zapfen beweglich ist und deren Spitzen schaufelförmig gekrümmt sind. Ein solcher Apparat wäre nicht nur kostspielig, sondern auch eher gefährlich, als schutzbringend.

Blitzableiter von Stroh, welche La Postolle, namentlich auch als Hagelableiter (s. Art. Hagel) empfohlen hat, haben gar keinen Sinn.

Blitzfänger nennt man auch die Auffangestange eines Blitzableiters (s. Art. Blitzableiter).

Blitzflasche ist eine electrische Flasche (s. Flasche, electrische), deren äussere Belegung nicht durch ein Stanniolblättchen gebildet wird, sondern durch Eisen- oder Messingfeilspähne, durch Gummi befestigt. Bei der Ladung und Selbstentladung zeigen sich Funken auf der äusseren Belegung.

Blitzkette ist eine Drahtkette, bei welcher die einzelnen metallenen Glieder durch kleine Glieder aus einer isolirenden Substanz getrennt sind, so dass wie bei der Blitztafel oder dem Aaronsstabe beim Durchschlagen eines electrischen Funkens sich an den einzelnen metallenen Gliedern in Folge der Unterbrechung Funken zeigen. Dasselbe zeigt eine Perlenschnur aus Metallperlen auf einer seidenen Schnur, so dass die einzelnen Perlen durch Knoten von einander getrennt sind.

Blitzmesser, s. Art. Brontometer.

Blitzrad ist ein von Neeff erfundenes Instrument zur schnellen Unterbrechung und Schliessung eines electrischen Stromes. Derselbe Zweck wurde später durch den Neeff'schen Hammer (s. Art. Hammer, Neeff'scher) zweckmässiger erreicht. Das Blitzrad bestand aus einer 6 bis 7 Zoll im Durchmesser haltenden Kupferscheibe, welche in der Nähe des Umkreises Oeffnungen von etwa 10 Linien Länge und 3 Linien Breite hatte, die mit einer isolirenden Substanz ausgefüllt waren. Der Strom musste durch die drehbare Kupferscheibe gehen und durch eine auf der Scheibe schleifende Feder, welche entweder auf der isolirenden Ausfüllung oder auf dem Kupfer der Scheibe stand, und

so beim Umdrehen der Scheibe eine fortwährende Unterbrechung des Stromes bewirkte.

Blitzröhre, oder Blitzsinter oder Fulgurit nennt man einen röhrenförmigen Körper, welcher von dem Blitze, wenn dieser durch Quarzsand hindurchgeht, durch Aneinanderschmelzung der einzelnen Sandkörner gebildet wird. Meistens bestehen die Blitzröhren aus wurzelartig verästelten Röhren, welche inwendig völlig glasartig, glatt und stark glänzend, auswendig nur zusammengesintert und von anklebenden Sandkörnern rauh sind. Die Länge beträgt bisweilen über 30 Fuss, der Durchmesser variirt zwischen einer Viertel- und 20 Linien und die Wanddicke von einer Viertel- bis zu 10 Linien. Der Pastor Hermann zu Massel in Schlesien fand 1706 eine solche Röhre und hat zuerst auf dieselben aufmerksam gemacht, ohne jedoch ihre wahre Bildungsweise zu erkennen.

Den Aaronsstab nennt man bisweilen auch Blitzröhre (vergl. Art. Aaronsstab).

Blitzschlag, s. Art. Blitz, Gewitter, Kalter Schlag.

Blitzsinter, s. Art. Blitzröhre.

Blitztafel ist eine Glasscheibe, welche nach Art des Aaronsstabes (s. diesen Art.) mit kleinen Stanniolstücken beklebt ist, oder man beklebt die Scheibe auf beiden Seiten mit Stanniol, so dass der Rand ringsherum etwa 2 Zoll breit frei bleibt, lässt gut trocknen und schneidet dann mit dem Federmesser und Lineal auf einer Glasfläche den Stanniol durch, so dass rautenförmige Stücke entstehen, die etwa 2 Linien Seite haben und etwa $^1/_4$ Linie von einander abstehen. Diese letzteren schmalen Streifen werden ausgeschält. Ladet man die zerschnittene Fläche, indem man eine kleine runde Metallscheibe auf dieselbe setzt, welche durch eine Kette mit dem Conductor der Electrisirmaschine in Verbindung steht, während die unzerschnittene Fläche mit der Erde in leitender Verbindung ist, so springen von der Metallscheibe Funken über die zerschnittene Fläche, und entladet man hierauf, indem man die unzerschnittene Fläche mit dem Conductor oder mit der zu diesem gehenden Kette in leitende Verbindung setzt, so schlagen Funken nach der aufgesetzten Metallscheibe hin.

Blöcke, erratische, oder Findlinge sind Felsstücke, die man entfernt von allen Bergketten, zum Theil davon geschieden durch unermessliche Ebenen, durch beträchtliche Thäler oder selbst durch Meeresarme, findet, z. B. in der norddeutschen Ebene.

Blüse, s. Leuchtthurm.

Blutregen ist ein farbiger Regen, dessen rothe Färbung unstreitig von erdigen Stoffen herrührt, die durch Eisenoxyd oder Chlorkobalt gefärbt sind, vielleicht auch von vegetabilischem und animalischem Staube herstammt, wie man solchen öfters auf Schnee wahrnimmt. Chladni

hat in dem *Annuaire du bureau des longitudes* vom Jahre 1826 eine grosse Anzahl rother Regenfälle gesammelt und verzeichnet.

Blutthau, s. Blutregen.

Bodendruck nennt man den Druck, welchen eine Flüssigkeit auf den Boden des Gefässes ausübt, in welchem sich dieselbe befindet. S. Art. Hydrostatik.

Bogen, Volta'scher, s. Lichtbogen, Volta'scher.

Bohnenberger's Electrometer, s. Art. Electroskop.

Bohrbrunnen, s. Art. Brunnen, artesische.

Bologneser Flasche ist ein Gläschen, welches nicht durch den Kühlofen gegangen, also nicht langsam abgekühlt ist. S. Flasche, Bologneser.

Bologneser oder **Bononischer Leuchtstein** (*lapis solaris*) ist ein eisenfreier Schwerspath, der zu gröblichem Pulver gestossen, mittelst Eiweiss oder Tragantschleim zu dünnen Pasten geformt und bei freiem Feuer zwischen glühenden Kohlen etwa zwei Stunden lang erhitzt worden ist. In hermetisch verschlossenen Röhren oder auch nur zwischen Baumwolle in einem hölzernen Schächtelchen aufbewahrt, behält dieser Stein lange Zeit die Eigenschaft im Dunkeln zu leuchten, d. h. zu phosphoresciren. Der Schuhmacher Vincenzio Cascariolo machte 1602 die Entdeckung, wodurch man überhaupt erst auf die Phosphorescenz aufmerksam wurde.

Bononischer Leuchtstein, s. Art. Bologneser Leuchtstein.

Bora, die, ist ein heftiger Wind, welcher dem Herabsinken kälterer Luftmassen in wärmere seinen Ursprung verdankt. Das Herabsinken erfolgt oft wie mit der Macht eines Wasserfalles, und treten diese Winde an der Meeresküste auf, so können sie selbst den Schiffen verderblich werden. Bekannt ist die Bora des Karst in der Nähe von Triest, welche im Winter einige Tage aus Nord oder Nordost zu wüthen pflegt; auch gehört der Mistral der Provence hierher.

Bore, die, ist eine besondere Erscheinung, die sich bei Springfluthen, also in den Zeiten des Neumondes und des Vollmondes in manchen Gegenden einstellt. Das Wasser erhebt sich zu einer ungewöhnlichen Höhe und stürzt mit Alles verheerender Heftigkeit gegen das Ufer. Am Amazonenstrome, beim Nordcap und an der Mündung des Para in Südamerika hört man schon vor dem Eintritte der Fluth ein furchtbares Getöse und dann kommen hintereinander 12 bis 15 Fuss hohe langausgedehnte Wassergebirge. Am Amazonenstrome nennen die Wilden die Erscheinung Pororoka. Am Ganges tritt die Erscheinung ebenfalls auf und ebenso am Irawaddy in Hinderindien.

Boreas und **Aquilo** bezeichneten im Alterthume unsern Nord- oder Nordostwind.

Bourdon's Manometer, s. Aneroidbarometer zu Ende des Art. Barometer.

Boussole, die, besteht aus einer leicht beweglichen Magnetnadel über einer Kreiseintheilung in einer mit Glas bedeckten flachen Büchse und wird namentlich in der Geodäsie (Feldmesskunst) zur Winkelmessung benutzt. An der Büchse sind entweder 1 oder 2 Paare von Diopterlinealen, oder es steht mit derselben ein Fernrohr in Verbindung. Die Diopterlineale sind so angebracht, dass die Visirebene des einen Paares genau in die Theilpunkte 180 und 360, des anderen in die Theilpunkte 90 und 270 trifft. Jedes Lineal hat eine Spalte und in derselben Richtung einen Ausschnitt mit einem Faden, so dass Spalte und Faden von je zwei Linealen einander gegenüber stehen. Das Fernrohr, welches gewöhnlich ein astronomisches ist, ist um eine mit dem Glasdeckel parallele Axe drehbar und seine optische Axe, welche senkrecht auf der Drehaxe steht, muss durch den Mittelpunkt der Kreiseintheilung gehen, in welchem ebenfalls die Spitze sich befindet, auf welcher die Magnetnadel schwebt. Bei dem Gebrauche kommt es nun darauf an, den Winkel zu bestimmen, welchen die Visirebene mit der Richtung der Magnetnadel bildet, wobei man annimmt, dass die Richtung der Magnetnadel an den verschiedenen Beobachtungsstellen dieselbe bleibt, so dass man die Declination der Magnetnadel gar nicht zu berücksichtigen braucht. Es ist hierbei empfehlenswerth, an beiden Spitzen der Nadel abzulesen und, falls die Ablesungen nicht stimmen, aus beiden das arithmetische Mittel zu nehmen, da möglicher Weise die Nadel nicht genau im Centrum der Kreiseintheilung schwingt. — Um die Spitze zu schonen, auf welcher die Nadel schwebt, ist gewöhnlich eine Arretirung angebracht, durch welche die Nadel von der Spitze abgehoben und mit ihrem Hütchen gegen die Glasdecke gedrückt wird, wenn die Nadel nicht gebraucht wird. Es besteht diese Arretirung in der Regel aus einer gegen den Boden der Büchse geneigten Feder, so dass die Magnetnadel gehoben wird, wenn man die Feder herausszieht, und wieder auf die Spitze fällt, so wie man die Feder zurückdrückt.

Wegen der Sinusboussole und Tangentenboussole s. die betreffenden Artikel.

Boutigny's Versuch und sphäroidaler Zustand vergl. Art. Aggregatsformen und Leidenfrost'scher Versuch.

Boyle's Gesetz, s. Art. Mariotte'sches Gesetz.

Bramah'sche Presse oder **hydraulische Presse** beruht auf dem Gesetze, dass, wenn auf die Oberfläche einer Flüssigkeit ein Druck ausgeübt wird, auch die unter der Oberfläche liegenden Theilchen diesen Druck erleiden und der Druck auf die Oberfläche sich nach allen Richtungen durch die ganze Flüssigkeit fortpflanzt. Im Wesentlichen besteht die bramah'sche Presse aus zwei cylindrischen Gefässen von sehr ungleichem Durchmesser, welche durch ein Rohr communiciren; durch den

Deckel eines jeden Gefässes geht ein gut schliessender Kolben und das Ganze ist mit einer Flüssigkeit, gewöhnlich mit Wasser gefüllt. Drückt man den Kolben des kleineren Gefässes ein, so entweicht Flüssigkeit in das grössere und es erfährt nun der Kolben des grösseren Gefässes einen Druck, der im Vergleich mit dem Drucke des kleineren Kolbens soviel mal grösser ist, als der Querschnitt des grösseren Kolbens den des kleineren übertrifft. Gewöhnlich besteht das kleinere Gefäss aus einer Druckpumpe, deren Steigrohr zu dem grösseren Gefässe führt, so dass man wiederholt Wasser in das grössere Gefäss pressen kann. Der grössere Kolben trägt eine Platte, welche in einem Rahmen geführt wird, und zwischen die Platte und die Decke des Rahmens werden die zu pressenden Gegenstände gelegt. Soll der grosse Kolben zurückgehen, so wird ein besonderes Ventil, ein Hahn, geöffnet, so dass das Wasser entweichen kann und in den Behälter, Sumpf, der Druckpumpe zurückfliesst. — Der Engländer Bramah hat 1796 diese sehr wirksame Presse construirt.

Brandung ist die Brechung der Meereswellen an den Küsten. Da die Wellen an steilen Küsten einen Widerstand finden, jede folgende Welle aber die vorhergehende drängt, so überstürzt sich die vordere und rollt über die nachkommende zurück. Hierdurch entsteht die sogenannte Widersee. Durch das schnelle Nachdringen der Wellen entsteht bisweilen eine Erhebung bis 20, ja bis 100 Fuss.

Branntweinprobe
Branntweinwaage } s. Art. Alkoholometer.

Brechbarkeit ist die Eigenschaft von Strahlen des Lichtes, der Wärme, des Schalles, also von Strahlen überhaupt, beim Durchgange durch einen Körper (Mittel), der von anderer materieller Beschaffenheit ist, als der Körper, in welchem sich der Strahl vorher bewegte, oder sofern dieser Körper selbst eine Aenderung, z. B. in seiner Dichtigkeit erleidet, eine andere Richtung anzunehmen. Das Nähere im Art. Brechung.

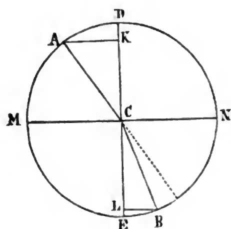
Brecher sind Klippen im Meere, welche vom Andrange des Meeres eine Brandung erzeugen, ohne dass Wind vorhanden zu sein braucht.

Brechung bezeichnet im Allgemeinen eine Richtungsänderung eines Strahles, s. Art. Brechbarkeit.

A. Brechung oder Refraction des Lichtes. I. Geht ein Lichtstrahl aus einem durchsichtigen Mittel in ein anderes, von anderer materieller Beschaffenheit oder auch nur von anderer Dichtigkeit, in einer Richtung über, welche auf der Trennungsfläche beider nicht senkrecht steht, so erleidet derselbe eine Aenderung in seiner Richtung und man sagt, das Licht sei gebrochen worden oder es habe eine Refraction erlitten.

Die Gesetze, nach welchen die Brechung erfolgt, lauten: 1) Der gebrochene Strahl liegt in der Einfallsebene. 2) Im Allgemeinen ist von

dem Einfalls- und Brechungswinkel derjenige der grössere, welcher in dem dünneren Mittel liegt. 3) Die Sinus des Einfalls- und Brechungswinkels haben für je zwei bestimmte Mittel ein unveränderliches Verhältniss. Zum näheren Verständniss ist zu bemerken: Einen auf einen Körper treffenden Strahl nennt man einen einfallenden Strahl oder Einfallsstrahl; den von diesem getroffenen Punkt der Oberfläche den Einfallspunkt; eine im Einfallspunkte auf der getroffenen Fläche errichtete Senkrechte das Einfallsloth; eine durch den einfallenden Strahl und das Einfallsloth gelegte Ebene die Einfallsebene; den Winkel, welchen der einfallende Strahl mit dem Einfallslothe bildet, den Einfallswinkel; den Winkel, welchen der in das andere Mittel eintretende Strahl mit dem in dasselbe verlängerten Einfallslothe bildet, den Brechungswinkel und den übergetretenen Strahl den gebrochenen Strahl. Unter dem Sinus eines Winkels versteht man die Zahl, welche in einem rechtwinkeligen Dreiecke (wenn wir hier nur auf spitze Winkel Rücksicht nehmen) angiebt, welcher Theil die dem betreffenden Winkel gegenüber liegende Kathete von der Hypotenuse ist. Ist der Winkel 0^0, so ist der Sinus $= 0$; ist der Winkel 90^0, so ist der Sinus $= 1$. Der Sinus ist stets ein ächter Bruch. In der Fig. sei AC der auf die Trennungsfläche MN einfallende Strahl, DCE das Einfallsloth im Einfallspunkte C und CB der gebrochene Strahl. Schlägt man um C einen Kreis und fällt von A und B auf das Einfallsloth die Perpendikel AK und BL, so ist $\frac{AK}{AC}$ der Sinus des Einfallswinkels und $\frac{BL}{BC}$ der Sinus des Brechungswinkels. Zwischen $\frac{AK}{AC}$ und $\frac{BL}{BC}$ oder, da AC und BC gleich gross sind, zwischen AK und BL ist für je zwei bestimmte Mittel ein unveränderliches Verhältniss. Die dies Verhältniss ausdrückende unbenannte Zahl bezeichnet man gewöhnlich mit dem Buchstaben n und nennt sie den Exponenten des Brechungsverhältnisses oder schlechthin den Brechungsexponenten.



Der Entdecker des Brechungsgesetzes ist der Holländer Snellius um 1620 († 1626); Descartes (Cartesius), welchem die Franzosen diese Ehre zuerkennen, hat nur das Verdienst, dasselbe 1637 zuerst bekannt gemacht zu haben.

Berechnet man für einen bestimmten Brechungsexponenten für von

10 zu 10 Grad fortschreitende Einfallswinkel die zugehörigen Brechungswinkel, so ergiebt sich, dass die Ablenkung mit wachsendem Einfallswinkel zunimmt. Bezeichnet man mit e den Einfallswinkel, mit b den Brechungswinkel, mit n den Brechungsexponenten, so drückt dies folgende mathematische Formel aus:

$$\sin \frac{e-b}{2} = \frac{(n-1)\sin b}{2 \cos \frac{e+b}{2}}$$

Bei dem Uebergange eines Lichtstrahles aus einem dünnern Mittel in ein dichteres findet bei nicht senkrechtem Auffallen stets eine Brechung in dem dichteren Mittel statt, weil im letzteren der Sinus kleiner ist, als in dem ersteren. Anders ist es bei dem Uebergange aus einem dichteren Mittel in ein dünneres, weil dabei der Sinus im dünneren Mittel grösser werden muss, aber den Werth 1 nicht überschreiten kann. Es giebt mithin für den Winkel, welchen der Lichtstrahl im dichteren Mittel mit dem Einfallslothe bildet, einen grössten Werth. Diesen grössten Winkel nennt man den Grenzwinkel und der Sinus desselben ist dem umgekehrten Werthe des Brechungsexponenten, also $\frac{1}{n}$, gleich.

Ueberschreitet der Einfallswinkel beim Uebergange eines Lichtstrahles aus einem dichteren Mittel in ein dünneres den Grenzwinkel, so tritt statt der Brechung Refraction d. h. Spiegelung ein, sogenannte totale Reflexion.

Brechungsexponenten einiger Stoffe.

Canada Balsam	1,532 bis 1,549	Palmöl	1,475
Diamant	2,487	Rüböl	1,475
Eis	1,31	Salpetersäure, sp. Gew. 1,48	1,4
Essig, gemeiner	1,347	Schwefelkohlenstoff	1,63
Glas, Flintglas	1,64	Schwefelsäure, sp. Gew. 1,84	1,44
,, Kronglas (Crownglas)	1,54	Steinsalz	1,498
Leinöl	1,48	Terpentinöl	1,48
Mandelöl	1,469	Wasser	1,336
Mohnöl	1,463	Weingeist, sp. Gew. 0,866	1,37
Olivenöl	1,47	Zimmetöl	1,6

Grenzwinkel für Wasser 48° 27′ 40″; für Kronglas 40° 39′ 8″; für Flintglas 37° 31′ 5,5″.

Den Brechungsexponenten ermittelt man namentlich mit Hilfe von Prismen, worüber das Nähere in dem Art. Prisma.

Auf den Gesetzen der Brechung beruht die ganze Dioptrik, die nichts anderes als die Lehre von den Erscheinungen ist, welche auf der Lichtbrechung beruhen. Ueber einzelne Erscheinungen sind die betreffenden Artikel nachzusehen, z. B. Prisma, Linsenglas, Farben, astronomische und terrestrische Strahlenbrechung, Luftspiegelung.

Hier erwähnen wir noch, dass ein Lichtstrahl, welcher aus einem Mittel durch mehrere andere mit parallelen ebenen Oberflächen und an der Oberfläche des letzteren wieder in das erste Mittel geht, mit dem auf das erste einfallenden Strahle parallel heraustritt, also seine ursprüngliche Richtung beibehält und nur aus der Stelle geschoben wird. Es tritt dies z. B. ein, wenn ein Lichtstrahl durch ein parallelflächiges Glas schräg hindurch geht. Dasselbe ist der Fall bei mehreren hintereinander stehenden derartigen Glasscheiben, obenso bei Flüssigkeiten, welche aufeinander schwimmen, wie Oel und Wasser. Das Resultat ist dadurch bedingt, dass, weil die begrenzenden Flächen parallel laufen, die Ablenkung des Lichtstrahles beim Eintritte nach der einen Seite durch die beim Austritte erfolgende nach der anderen Seite sich beim letzten Austreten ausgleicht.

Als besonderen die Lichtbrechung bethätigenden Versuch führen wir folgenden an. Auf den Boden eines undurchsichtigen Gefässes lege man ein Geldstück und gebe dem Auge eine solche Stellung, dass man, über den Rand des Gefässes hinweg sehend, das Geldstück eben aus dem Gesichte verliert. Giesst man bei dieser Stellung Wasser in das Gefäss, so kommt das Geldstück, weil es durch die Brechung scheinbar gehoben wird, wieder zur Sichtbarkeit. — Deshalb scheint auch der Boden eines mit Wasser gefüllten Eimers beim schrägen Hineinsehen höher zu liegen, als es wirklich der Fall ist. — Ebenso erscheinen ruhige Gewässer weniger tief, als sie wirklich sind. — Aus demselben Grunde scheint ein Fisch näher an der Oberfläche zu schwimmen, wenn man vom Ufer aus nach demselben hinsieht, als es der Fall ist u. s. w.

Auf der beim Ueberschreiten des Grenzwinkels stattfindenden Reflexion statt sonst eintretender Refraction beruht, dass ein unter Wasser befindliches Auge die äusseren Gegenstände nur innerhalb eines kreisförmigen Theiles der Oberfläche erblickt, dessen scheinbarer Halbmesser dem Grenzwinkel für Wasser und Luft, also 48° 27′ 40″, gleichkommt. — Eben darauf beruht Folgendes: Stellt man ein zum Theil mit Wasser gefülltes Reagensgläschen schräg in Wasser und sieht steil von oben auf dasselbe, so erscheint der mit Wasser gefüllte Theil durchsichtig und der mit Luft gefüllte, unter Wasser befindliche spiegelnd.

Giesst man in einen flachen Teller etwas Wasser, legt ein Geldstück in die Mitte und stülpt ein Bierglas über dasselbe, nachdem man die Luft in demselben (durch unter die Mündung gehaltenes brennendes Papier) stark erwärmt hat, so steigt nach einiger Zeit das Wasser im Glase höher, als es ausserhalb steht, und man erblickt hierauf das Geldstück doppelt, wenn man in möglichst schräger Richtung nach demselben sieht, nämlich durch das gestiegene Wasser vergrössert und durch die Luft im Glase etwas verkleinert.

Die Brechung des Lichtes beruht nach der Vibrationstheorie darauf, dass in verschiedenen Mitteln auch die Dichtigkeit des Aethers

nicht dieselbe zu sein braucht, dass demnach bei dem Uebergange einer Aetherwelle aus einem Mittel in ein anderes diese eine andere Geschwindigkeit erhalten werde und zwar im dichteren Mittel eine geringere. Nach der Emanationstheorie musste man annehmen, dass die Lichttheilchen sowohl anziehenden, als abstossenden Kräften der Körper unterworfen seien, auf deren Oberfläche sie treffen. Der Einfluss der anziehenden Kräfte bewirke die Brechung und die Brechung sei um so stärker, je geringer die Trägheit der Lichttheilchen sei, welche in den brechenden Körper eindringen. Damit steht namentlich in Widerspruch, dass — wie experimentell nachgewiesen ist — die Geschwindigkeit des Lichtes im Wasser kleiner ist, als in der Luft, während es nach der Emanationstheorie umgekehrt sein sollte.

II. Eine eigenthümliche Erscheinung bei der Lichtbrechung zeigen alle nicht zum regulären Systeme gehörigen durchsichtigen Krystalle, nämlich einen in sie eindringenden Lichtstrahl in zwei zu spalten, welche in verschiedenen Richtungen durchgehen. Man nennt diese Erscheinung die doppelte Strahlenbrechung.

Am auffallendsten ist die Erscheinung bei dem krystallisirten kohlensauren Kalke, dem sogenannten Doppelspathe, an welchem dieselbe auch 1669 von dem Dänen Erasmus Bartholin entdeckt wurde.

Die Erscheinung kann man sofort auf folgende Weise beobachten. Man lege einen rhomboedrischen Doppelspath mit der einen Fläche auf einen weissen Punkt auf schwarzer Unterlage; sieht man nun von oben senkrecht zur Krystallfläche durch den Krystall nach dem Punkte, so erblickt man zwei helle Flecken, und dreht man den Krystall um die nach dem Punkte gehende Senkrechte, so bleibt der eine Flecken auf derselben Stelle, der andere aber dreht sich mit dem Krystalle um diesen in einem Kreise, dessen Halbmesser ungeändert bleibt, mag das Auge nahe oder weit abstehen. — Oder man lasse in einem dunklen Zimmer einen Lichtstrahl senkrecht zu einer Rhomboederfläche auf den Doppelspath fallen, fange das durchgegangene Licht auf einem Schirme auf, drehe den Krystall um den senkrecht auffallenden Strahl als Axe und bringe den Schirm in verschiedene Entfernungen.

Um das Gesetz der Erscheinung zu ergründen, hat man zunächst Folgendes zu beachten. Ist der Krystall ein vollkommenes Rhomboeder, hat derselbe also lauter gleich lange Kanten, so nennt man die gerade Linie, welche die beiden nur von stumpfen Winkeln eingeschlossenen Ecken verbindet, die Hauptaxe und eine durch die Hauptaxe gelegte, auf einer Seitenfläche senkrecht stehende Ebene einen Hauptschnitt. Hat der Krystall nicht lauter gleich lange Kanten, so lässt er sich doch als aus vollkommenen Rhomboedern zusammengesetzt ansehen und jede Linie eines solchen Krystalles ist dann eine Axe, welche mit der eines vollkommenen Rhomboeders parallel läuft.

Nun folgt der eine der beiden Strahlen, den Gesetzen der einfachen

Brechung, bleibt namentlich in der Einfallsebene, und es liegt seiner Richtung stets derselbe Brechungsexponent zu Grunde. Diesen Strahl nennt man den ordinären oder ordentlich gebrochenen. Der andere Strahl heisst der extraordinäre oder ausserordentlich gebrochene und liegt jedesmal in einer Ebene, welche mit dem Hauptschnitte des Krystalls parallel ist, tritt also, wenn die Einfallsebene nicht mit dem Hauptschnitte zusammenfällt oder auf ihm senkrecht steht, aus dieser heraus, und sein Brechungsexponent ist bald grösser, bald kleiner, je nachdem er weniger oder mehr von der Richtung der Hauptaxe abweicht.

Um sich zu überzeugen, dass der extraordinäre Strahl nicht nur im Hauptschnitte liegt, sondern auch einen veränderlichen Brechungsexponenten hat, lege man den Krystall nicht auf den oben bezeichneten hellen Punkt auf schwarzem Grunde, sondern halte ihn über denselben und bringe ihn immermehr in die Lage, bei welcher man in der Richtung der Hauptaxe nach dem Punkte sieht. Hierbei wird der Abstand der beiden Flecken von einander immer kleiner und schliesslich erblickt man nur einen Flecken, so dass also beide Strahlen zusammenfallen und keine doppelte Brechung mehr stattfindet.

Der ordinäre Strahl hat im Doppelspathe stets den Brechungsexponenten 1,654, der extraordinäre hingegen einen solchen von 1,483 bis 1,654

Schleift man den Krystall so ab, dass zwei auf der Axe senkrecht stehende Flächen entstehen, so geht ein senkrecht auf eine derselben fallender Strahl einfach durch; ein schräg einfallender aber wird doppelt gebrochen, und zwar liegen beide in der Einfallsebene.

Giebt man dem Doppelspathe zwei mit dem Hauptschnitte parallele Flächen, so wird ein senkrecht auf eine derselben fallender Lichtstrahl doppelt gebrochen und beide liegen in der Einfallsebene, aber der ordinäre Strahl in grösserer Entfernung von dem Einfallslothe, als der extraordinäre.

In manchen doppelt brechenden Krystallen finden sich zwei Richtungen, in welchen einfallende Strahlen nicht doppelt gebrochen werden, und man nennt dann den Krystall zweiaxig; giebt es nur eine einzige solche Richtung, so heisst der Krystall einaxig. Einaxig sind überhaupt die Krystalle des zwei- und einaxigen, ferner des drei- und einaxigen Systems; zweiaxig sind die der übrigen drei nicht regulären Systeme.

Die Krystalle, bei welchen der Brechungsexponent des ordinären Strahles grösser als der des extraordinären ist, heissen negative oder repulsive, die anderen, bei welchen das Umgekehrte stattfindet, positive oder attractive. Der Brechungsexponent hat bei beiden seinen kleinsten oder grössten Werth, wenn der extraordinäre Strahl senkreckt gegen die optische Axe ist. Doppelspath ist negativ einaxig, ebenso Turmalin, Apatit, salpetersaures Natron, Beryll, Saphir,

Smaragd etc.; positiv einaxig ist Bergkrystall, Eis, Amethyst, Zirkon etc.; zweiaxig positiv ist Borax, Schwerspath etc.; zweiaxig negativ Eisenvitriol, kohlensaures Natron, Zinkvitriol, Salpeter, Glimmer, Gyps etc.

Da Krystalle des regulären Systems keine doppelte Brechung zeigen, so kann man annehmen, dass in den Krystallen der übrigen Systeme der Aether nach verschiedenen Richtungen eine ungleiche Dichtigkeit besitzen werde, ebenso wie die auf die Lagerung der Theilchen bei der Krystallbildung einwirkenden Kräfte nicht nach allen Axen mit gleicher Stärke eingewirkt haben können. Das dies bei der Erklärung der Erscheinung ins Auge zu fassen ist, dafür spricht noch überdies die Erscheinung, dass auch Glas unter starkem Drucke und nach schneller Abkühlung doppelte Brechung zeigt. Ist die Annahme statthaft, so folgt, dass für verchiedene Richtungen, in welchen das Licht durch einen doppeltbrechenden Körper hindurchgeht, eine verschiedene Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes eintritt, und damit wäre wenigstens das verschiedene Brechungsverhältniss des extraordinären Strahles begreiflich. Nun führt eine andere optische Erscheinung, die Polarisation, darauf, dass ein natürlicher Lichtstrahl als eine Combination aus zwei auf einander senkrecht polarisirten Strahlen, die nur fortwährend ihre Neigung zur Fortpflanzungsrichtung ändern, aufgefasst werden kann, und somit leuchtet auch ein, warum der auf einen doppeltbrechenden Körper fallende gewöhnliche Lichtstrahl sich in nicht mehr als zwei spaltet. — Durch Erwärmung wird die Differenz in der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der beiden Strahlen in optisch negativen Krystallen grösser, in optisch positiven kleiner.

III. Lässt man einen Lichtstrahl auf einen zweiaxigen Krystall in der Richtung einer der optischen Axen fallen, so theilt sich derselbe in eine unendliche Menge gebrochener Strahlen, welche im Innern des Krystalls zusammen die Oberfläche eines Kegels bilden; ausserdem giebt es noch zwei Richtungen in diesen Krystallen, welche den in ihnen durch den Krystall hindurchgehenden Strahl so spalten, dass er in einer unendlichen Menge von Strahlen heraustritt, welche ebenfalls zusammen die Oberfläche eines Kegels bilden. Diese Erscheinung nennt man die conische Brechung oder Refraction und zwar jene die innere, diese die äussere.

Der Engländer Hamilton kam durch theoretische Betrachtungen auf diesen interessanten Fall der Brechung und Lloyd glückte es, die Thatsache durch das Experiment zu erhärten.

B. Brechung oder Refraction der Schallstrahlen ist von Sondhauss nachgewiesen mittelst Linsen, welche er aus Collodiumhäutchen gebildet und mit Gasen gefüllt hatte. Hajech gelang dasselbe mittelst einer prismatischen Vorrichtung, die er aus einer cylindrischen Büchse construirte, deren beide schräg abgeschnittene Enden mit dünnen Häuten geschlossen waren. Die Büchse wurde

sowohl mit Gasen als mit Flüssigkeiten gefüllt. Die Brechungsexponenten, welche sich bei Füllungen mit Wasserstoffgas, Ammoniakgas, Leuchtgas, Kohlensäure, schwefeliger Säure, Brunnenwasser, gesättigter Kochsalzlösung ergaben, stimmten sehr nahe überein mit den Quotienten aus den Fortpflanzungsgeschwindigkeiten des Schalles in der atmosphärischen Luft und den untersuchten Stoffen. Hohe und tiefe Töne schienen auf das Resultat ohne Einfluss zu sein. Auch die Resultate, welche Hajech mit convexen und concaven Linsen erhielt, stimmten mit den für Lichtstrahlen geltenden Gesetzen.

C. Brechung oder Refraction der Wärmestrahlen. Die Wärmestrahlen verhalten sich wie die Lichtstrahlen und erleiden — wie diese in durchsichtigen Körpern — in diathermanen Körpern, d. h. in solchen, welche Wärmestrahlen durchlassen, eine Brechung, und zwar hat man nicht nur die einfache, sondern auch die doppelte Brechung nachgewiesen.

Die einfache Brechung der Wärmestrahlen hat Melloni mit Hilfe eines Prisma aus Steinsalz, welches der diathermanste Körper ist, festgestellt. Hierbei zeigte sich, dass die Wärmestrahlen verschiedener Wärmequellen verschiedene Brechbarkeit besitzen, so dass die Brechbarkeit der von glühendem Platin ausgehenden Strahlen zwischen denjenigen der Wärmestrahlen einer Locatellischen Lampe und des erhitzten Kupfers liegt. Mittelst einer Steinsalzlinse kann man Wärmestrahlen in einem Brennpunkte concentriren, und bringt man einen heissen Körper von geringem Umfange in den Brennpunkt einer solchen Linse, so treten die Wärmestrahlen aus derselben parallel heraus und lassen sich in grössere Entfernungen fortpflanzen.

Die doppelte Brechung der Wärmestrahlen hat namentlich Knoblauch mit Benutzung eines isländischen Doppelspathes ausser Zweifel gesetzt und nachgewiesen, dass hier die Wärmestrahlen genau denselben Gesetzen folgen, wie die Lichtstrahlen.

Die conische Brechung der Wärmestrahlen ist, wiewohl sie nicht zu bezweifeln ist, noch nicht erwiesen und deren Nachweis jedenfalls mit grossen Schwierigkeiten verbunden, da selbst die einfacheren Erscheinungen der einfachen und doppelten Brechung zu ihrem experimentellen Nachweise die grösste Sorgfalt verlangen und umständlich sind.

Brechungsaxe, s. Art. Brechung. A. II.

Brechungsexponent,
Brechungsgesetz, } s. Art. Brechung. A. I.

Brechungsmodulus, s. Festigkeit. II.

Brechungsverhältniss, s. Brechung. A. I.

Brechungsvermögen oder lichtbrechende Kraft. Wenn n der Brechungsexponent eines Mittels ist, so heisst $n^2 - 1$ die lichtbrechende Kraft oder das absolute Brechungsvermögen

desselben. Es hat dies darin seinen Grund, dass bei dem Uebergange eines Lichtstrahles in ein anderes Mittel ein Verlust an lebendiger Kraft eintritt, dessen Verhältniss zu der noch zurückbleibenden lebendigen Kraft durch $n^2 - 1$ sich ausdrücken lässt. Die brechende Kraft muss offenbar um so grösser sein, ein je grösserer Verlust an lebendiger Kraft eintritt, und dies sagt $n^2 - 1$, wenn die zurückbleibende lebendige Kraft als Einheit angenommen wird.

Bezeichnet d die Dichtigkeit des lichtbrechenden Mittels, so bedeutet $\frac{n^2 - 1}{d}$ das specifische Brechungsvermögen.

Durch Division der absoluten Brechungsvermögen zweier Mittel durch einander erhält man ihr relatives Brechungsvermögen, ebenso durch Division ihrer Brechungsexponenten das relative Brechungsverhältniss.

Brechungswinkel, s. Art. Brechung. A. I.

Breguet's Thermometer ist ein Metallthermometer (s. Art. Metallthermometer).

Bremsdynamometer, s. Art. Dynamometer.

Brennglas oder Brennlinse ist ein convex geschliffenes Glas (s. Linsenglas. B.) von grösserem Halbmesser der zugehörigen Kugelflächen. Lässt man auf ein solches Glas die Strahlen der Sonne fallen, so vereinigen sich diese in einem kleinen hinter dem Glase liegenden Raume, dem Brennraume oder — wenn derselbe sehr klein ist — dem Brennpunkte, und es wird in Folge der Concentration der Strahlen hier eine intensive Hitze erzeugt, durch welche man selbst sehr strengflüssige Körper zum Schmelzen zu bringen im Stande gewesen ist, während brennbare Körper — und dies ist sogar mit dem Diamanten gelungen — daselbst verbrennen. Das Brennglas scheint bereits den Alten bekannt gewesen zu sein, wie aus einer Anspielung des Aristophanes hervorgeht; aber erst gegen Ende des 17. Jahrhunderts construirte Tschirnhausen in Dresden Gläser von bedeutender Grösse — 33 Zoll Durchmesser und 7 Fuss Brennweite — und auffallenderer Wirkung. Da es schwer hält, grosse und möglichst reine Glasstücken herzustellen, so füllte Trudaine den Raum zwischen zwei uhrglasartigen Glasscheiben, die zu Kugeln von 8 Fuss Durchmesser gehörten und 4 Fuss Oeffnung hatten, mit Terpentinöl. Das Glas zeigte sich sehr wirksam, namentlich wenn die Strahlen nochmals durch ein zwischen das Glas und den Brennpunkt eingeschaltetes kleineres Brennglas concentrirt wurden. Buffon schlug vor, ein grosses Glas zonenweis zu schleifen, um einen kleineren Brennraum zu erhalten; Brewster hingegen ein grosses Brennglas aus einzelnen, besonders geschliffenen Stücken zusammenzusetzen, so dass ein in der Mitte stehendes kleineres Brennglas zonenweis von den übrigen Stücken eingeschlossen würde.

Eine andere Einrichtung, um einen grossen Hitzegrad zu erlangen, besteht darin, dass man um den Brennpunkt eines Brennglases ebene Spiegel aufstellt, welche ihrerseits die Sonnenstrahlen auch nach dem Brennpunkte reflectiren würden, aber diese reflectirten Strahlen durch Brenngläser aufzufangen, die so gestellt sind, dass ihr Brennpunkt mit dem des Hauptbrennglases zusammenfällt. Brewster nennt eine solche Combination Brennkugel. — Dunkle und lockere Körper brennen leichter an, als helle und dichtere.

Brennkugel, s. Art. Brennglas.

Brennlinie oder caustische Linie (*caustica*) nennt man eine sich durch ihre Helligkeit auszeichnende Linie, welche bei reflectirtem oder gebrochenem Lichte entsteht, wenn die Strahlen sich nicht in einem Brennpunkte vereinigen und der Brennraum durch eine undurchsichtige Fläche durchschnitten wird. Man sieht solche Brennlinie z. B., wenn die Sonne auf eine fast ganz mit Milch oder mit durch Milch versetztem Kaffee gefüllte Tasse scheint, wo die von der inneren Tassenfläche reflectirten Strahlen dieselbe bilden. Die Linie verdankt ihre Entstehung dem Durchschnitte mehrerer Strahlen an denselben Stellen. Entsteht die Brennlinie durch Reflexion, so nennt man sie auch wohl katakaustische Linie oder Katakaustica; entsteht sie durch Brechung, so diakaustische Linie oder Diakaustica.

Brennlinse, s. Art. Brennglas.

Brennpunkt, s. Art. Brennglas, Linsenglas und Brennspiegel.

Brennraum, s. Art. Brennglas.

Brennspiegel nennt man einen metallenen Hohlspiegel (s. Art. Spiegel) von grösseren Verhältnissen, d. h. er soll zu einer möglichst grossen Kugel gehören, aber dennoch ein nur kleines Stück derselben sein. Lässt man auf einen solchen Spiegel die Strahlen der Sonne fallen, so vereinigen sich diese in einem kleinen vor dem Spiegel liegenden Raume, dem Brennraume oder — wenn derselbe sehr klein ist — dem Brennpunkte, und die Wirkung ist dann hier, wie bei einem Brennglase (s. Art. Brennglas). Schon Archimedes soll die Brennspiegel gekannt und den Versuch gemacht haben, die Schiffe der Römer, welche Syrakus belagerten, damit anzuzünden. Grosse Brennspiegel hat Tschirnhausen hergestellt am Ende des 17. Jahrhunderts von 6 Fuss Oeffnung und 4 Fuss Brennweite. Da ein zu einer Kugelfläche gehöriger Brennspiegel die Strahlen nie genau vereinigt, so hat man Spiegel von parabolischer Krümmung hergestellt, da bei diesen die mit der Axe parallel auffallenden Strahlen sich genau in einem Punkte vereinigen. Ferner haben Kircher und später Buffon einen bedeutenden Erfolg dadurch erreicht, dass sie eine grosse Zahl ebener Spiegel benutzten — Buffon deren 168 von 6 Zoll Höhe und 8 Zoll Breite —, welche sie so aufstellten, dass die von allen reflectirten Strahlen an ein

und derselben Stelle zusammentrafen. Hierbei hat man zugleich den Vortheil, die Entfernung des Brennpunktes verändern zu können.

Brennweite ist die Entfernung des Brennpunktes eines Linsenglases oder eines gekrümmten Spiegels von der Mitte des Glases oder Spiegels. Das Nähere enthalten die Art. Linsenglas. B. und Spiegel.

Brillen sind die bekannten Gestelle mit zwei Gläsern, durch welche den Augen die beeinträchtigte Fähigkeit, deutlich zu sehen, ertheilt werden soll. Man stellt die Gläser her aus verschiedenen Glassorten oder auch aus Bergkrystall. Der äusseren Begrenzung nach sind dieselben kreisrund, oder oval, oder auch achteckig. Im Allgemeinen ist diese Form gleichgültig, wenn nur das Glas gross genug ist, so dass das Auge nicht neben demselben hinweg zu sehen vermag. Deshalb muss auch das Gestell so gewählt werden, dass die Gläser genau mit ihrer Mitte vor dem Auge stehen. Die Form der Glasflächen richtet sich nach dem Fehler, mit welchem das Auge behaftet ist. Ist das Auge sehr reizbar, aber sonst fehlerfrei, so bedient man sich einer Brille mit Plangläsern, d. h. mit Gläsern von ebenen und parallelen Flächen, wie das Fensterglas, nur müssen die Gläser gefärbt sein, und zwar gewöhnlich blau. Solche gefärbte Brillen gebraucht man auch, wenn das Licht zu grell ist, z. B. bei Reisen über Schneeflächen, welche von der Sonne beschienen werden.

Dem Fehler der Weitsichtigkeit, der darin besteht, dass die Strahlen, welche von einem nahen Gegenstande ins Auge gelangen, bei dem Auftreffen auf die Netzhaut (s. Art. Auge und Sehen) noch nicht in einem Bilde vereint sind, hilft man durch convex geschliffene Brillengläser ab, da durch diese die Strahlen convergender gemacht werden; umgekehrt dem Fehler der Kurzsichtigkeit, in welchem Falle die Vereinigung der Strahlen zu einem Bilde schon vor der Netzhaut eingetreten ist, durch concav geschliffene Gläser, da diese die Strahlen divergender machen. Namentlich Kurzsichtige müssen bei der Wahl einer Brille sehr vorsichtig sein. Ist die normale Entfernung des deutlichen Sehens (s. Art. Sehen) $= d$ (also 10—15 Zoll), die Brennweite des Glases (s. Art. Linsenglas) $= f$, und sieht die Person ohne Brille gewöhnliche Schrift gut in einer Entfernung $= a$, so lässt sich die Brennweite für ein solches Auge berechnen, und zwar für einen Weitsichtigen nach der Formel $f = \frac{d\,a}{a - d}$ und für einen Kurzsichtigen nach der Formel $f = \frac{d\,a}{d - a}$. Da nämlich der Weitsichtige convexe Gläser gebraucht, so ist $\frac{1}{d} + \frac{1}{a} = \frac{1}{f}$ (s. Art. Linsenglas); hier ist aber a negativ, weil das Bild auf derselben Seite von d stehen

soll, also ist $f = \frac{-da}{d-a}$ oder, da a bei dem Weitsichtigen grösser als d ist, $f = \frac{da}{a-d}$. Bei dem Kurzsichtigen ist, weil dieser concave Gläser gebraucht, $\frac{1}{d} + \frac{1}{a} = -\frac{1}{f}$; hier ist a wieder negativ, also $-f = \frac{-da}{a-d}$, oder, da a bei dem Kurzsichtigen kleiner als d, mithin $d-a$ positiv ist, $f = \frac{da}{d-a}$. Da nun bei einem concaven Glase das Bild des Gegenstandes stets innerhalb der Brennweite des Glases liegt, durch die Brille aber das Bild des Gegenstandes dahin gerückt werden soll, wo das Auge ohne Brille denselben deutlich sehen würde, so ist die Stelle des Bildes bei einem concaven Glase eine sehr beschränkte und ein kurzsichtiges Auge daher auf eine bestimmte Brennweite der Gläser angewiesen; bei einem convexen Glase als Brille steht das Bild stets ausserhalb der Brennweite und die Stelle desselben ist also unbeschränkt, so dass dasselbe weitsichtige Auge sich verschiedener Brillen bedienen kann, indem durch eine geringe Veränderung in der Entfernung des zu betrachtenden Gegenstandes, z. B. einer Schrift, das Bild in die Stelle gebracht werden kann, in welcher das Auge ohne Brille denselben deutlich sehen würde.

Um die Brennweite der Gläser richtig auszuwählen, ist die Entfernung zu ermitteln, in welcher das Auge ohne Brille z. B. eine gewöhnliche Schrift deutlich sehen würde. Hierzu hat man besondere Instrumente, sogenannte Optometer (s. Art. Optometer), oder man schlägt sonst ein Verfahren zur Bestimmung der deutlichen Sehweite ein, worüber das Nähere im Art. Sehen. Die Brennweite der Gläser lässt sich dann nach den obigen Formeln berechnen. Haben die beiden Augen verschiedene Entfernungen des deutlichen Sehens, so ist für jedes Auge die Bestimmung besonders zu machen und die Brille mit verschiedenen Gläsern zu versehen.

Sogenannte Conservations-Brillen, welche die Sehkraft des Auges erhalten oder die geschwächten Augen wieder stärker sollen, auch wohl Präservativ-Brillen genannt, kann es nicht geben, da jedes Glas unter allen Umständen das Auge mehr oder weniger angreift, weil das vor dem Auge stehende Glas ein anderes Mittel ist, als die Luft. Das Auge accommodirt sich jedesmal an die Brille. Deshalb muss man auch nicht das Brillenglas alle Augenblicke vom Auge entfernen und wieder vor dasselbe bringen, da das Auge jedesmal eine andere Accommodation vorzunehmen hat. Lorgnetten sind darum verwerflich; noch nachtheiliger sind einzelne Augengläser, da durch diese die Augen ungleich gemacht werden.

Staarbrillen sind Brillen mit convexen Gläsern von kurzer Brennweite, da sie die Linse des Auges ersetzen sollen. Ein am grauen Staar Operirter bedarf mehrerer Brillen, die für die verschiedenen Entfernungen passen, z. B. zum Lesen eine andere als zum Sehen in die Ferne.

Brise ist ein Wind, dessen Geschwindigkeit von 6 Fuss höchstens bis 20 Fuss steigt. Einen Wind von 1 bis 3 F. Geschwindigkeit nennen die Seeleute eine flaue, schlaffe oder kleine Kühlte, von 4 bis 5 Fuss eine labbere Kühlte, von 6 bis 7 Fuss, wobei die See sich ein wenig zu kräuseln beginnt, eine leichte Brise, von 8 bis 9 Fuss eine mässige Brise, von 10 bis 15 Fuss eine frische Brise, von 15 bis 20 Fuss eine steife Brise; von 20 bis 25 Fuss eine mässige Kühlte, von 25 bis 30 Fuss eine frische Kühlte, von 30 bis 35 Fuss eine steife Kühlte, von 35 bis 40 Fuss einen schweren Wind. Hält der Wind mit gleicher Stärke länger an, so heisst die Kühlte eine durchgehende.

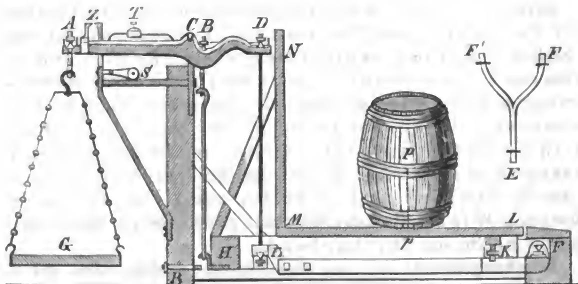
Brockengespenst ist eine Erscheinung, welche sich auf dem Brocken im Harze öfters zeigt. An einer gewissen Stelle sieht eine Person in grösserer oder geringerer Entfernung eine dunkle Gestalt, welche alle ihre Bewegungen nachmacht. Es ist dies ein kolossales Schattenbild des Beobachters, welches sich auf dem tiefer liegenden Nebel zeigt; weshalb man die Erscheinung gewöhnlich auch am leichtesten beim niedrigen Stande der Sonne wahrnimmt. Bisweilen bemerkt man auch die Schattenbilder anderer Personen, welche vom Standpunkte des Beobachters selbst nicht gesehen werden können. Eine ähnliche Erscheinung beobachtet man auch an hohen Thürmen, wenn diese bei noch niedrig stehender Sonne über den Nebel hervorragen, z. B. in Berlin an den Thürmen des Gensdarmenmarktes, in Stettin am Jacobithurme.

Brodem heisst der aus heissem Wasser aufsteigende Nebel. Vergl. Dampfbläschen.

Brontometer ist eine für Blitzmesser vorgeschlagene Bezeichnung. Es wäre dies zwar besser als Fulgorometer; aber alle diese Benennungen sind unpassend, da man nicht den Blitz misst, sondern die Stärke der Electricität, wozu man sich der Electrometer (s. Art. Electrometer) bedient.

Brückenwaage ist eine zusammengesetzte Hebelwaage. Am bekanntesten ist die 1821 von dem Mechanikus Quintenz zu Strassburg construirte sogenannte Strassburger Brückenwaage. Das Princip und die Construction ersieht man leicht aus umstehender Figur. $ACBD$ ist ein Hebel mit dem Drehpunkte in C und der Waageschaale in A; bei D hält eine Stange DE den Hebel EKF mit dem Drehpunkte in F; auf diesem ruht in K als Drehpunkt der Hebel HL, welcher die Brücke NML trägt und in B von der Stange BH gehalten wird. Ist die Entfernung der betreffenden Schneiden in folgendem Ver-

hältnisse: $CB : CD = KF : EF$, so kommt es auf die Stelle des Schwerpunktes der Last und der Brücke nicht an, wenn nur die Last über der von hinten nach vorn gehenden Mittellinie der Brücke mit ihrem Schwerpunkte liegt, ferner hebt und senkt sich die Brücke stes parallel.



Ist die Brücke durch die ledige Schale G im Gleichgewichte, so steht das Gewicht der Last zu dem Gewichte auf der Schaale im Verhältnisse $AC : CB$, ist also $AC = 10 . CB$, so wiegt die Last 10mal mehr als das Gewicht in der Schaale. Die Form der Hebel EKF und HL giebt die besondere Figur EFF' an.

Auf gleichem Princip beruhen im Allgemeinen die Strassen- oder Mauthwaagen, auf welchen man beladene Frachtwagen zu wiegen im Stande ist.

Brummkiesel oder Brummkreisel oder Mönch oder Sausturl ist das bekannte hölzerne, metallene oder knöcherne Spielzeug der Knaben, welches mit einer in das hohle Innere führenden Oeffnung versehen ist und bei schnellem Umdrehen zu tönen beginnt. F. Savart, C. Marx und G. Sondhauss haben namentlich mit dem Brummkreisel Untersuchungen angestellt. Die Ergebnisse sind im Allgemeinen folgende. Die Oeffnung ist zwar gewöhnlich quadratisch, sie kann aber auch kreisförmig sein. Die Kanten der Oeffnung brauchen nicht scharf zu sein, sondern können auch von aussen abgerundet werden. Der Brummkreisel tönt nicht blos bei einer einzigen Oeffnung, sondern sogar bei zwei und mehreren Löchern an der Seite, wobei es gleichgültig ist, ob sie von gleicher Grösse sind und diametral gegenüber stehen oder nicht. Die Höhe des Tones hängt von dem Volumen der Hohlkugel, von der Grösse der Seitenöffnung und bei hölzernen Kreiseln auch von der Dicke der Wandung ab. Der Ton ist um so tiefer, je grösser das Volumen der Hohlkugel, je kleiner die Seitenöffnung und je dicker die Wand ist. Die Tonhöhe nimmt mit der Anzahl der Oeffnungen zu. Für

die Schwingungszahl des Tones findet Sondhauss $n = \frac{C \sqrt[4]{S}}{\sqrt{V}}$, wo n die Schwingungszahl, S den Flächeninhalt der Oeffnung, V das innere Volumen des Kreisels und C eine Constante, im Mittel 104800, bedeuten.

Marx erklärt den Ton aus einer Folge von Oscillationen, welche dadurch entstehen sollen, dass durch den Umschwung die Luft aus dem Innern herausdringt, auf die äussere ruhende Luft stösst, von dieser zurückgetrieben wird, dann wieder ausströmt u. s. f. Savart legt bei seiner Erklärung ein Gewicht auf den scharfen Rand; da dieser aber nicht nöthig, so bedarf seine Erklärung keiner weiteren Angabe. Sondhauss machte die Erfahrung, dass ein Loch in der Drehaxe, welches $^1/_{10}$ der Seitenöffnung übersteigt, das Tönen des rotirenden Brummkreisels unterbricht, obgleich derselbe beim Anblasen noch einen Ton giebt. Nach ihm rotirt die innere Luft und die umgebende äussere. Ist in der Drehungsaxe ein Loch, so findet ein fortwährendes Ausströmen der Luft statt, da durch das Loch stets das Innere wieder gefüllt wird, und die äussere Luft kann nicht zum Einströmen durch die Seitenöffnung, also nicht zum Anblasen kommen. Ist kein Loch in der Drehungsaxe, so entsteht ein Ton, wenn die äussere Luft einströmt.

Auffallend ist, dass der Brummkreisel, nachdem er aufgehört hat zu tönen, nach einer Pause nochmals anspricht und zwar schwächer, aber höher. Auch dies spricht für das Anblasen des Kreisels, und auch ich muss mich jetzt für die Erklärung von Sondhauss aussprechen, obgleich ich früher anderer Ansicht war (vergl. Poggend. Annal.), seitdem ich die Erfahrung gemacht habe, dass Orgelpfeifen, welche durch stark comprimirte Luft angeblasen werden, bei allmälig nachlassender Expansion der Luft aufhören zu tönen und dann nach einer Pause wieder zu tönen beginnen. Ich habe eine Orgelpfeife dreimal ansprechen hören mit zwei zwischenliegenden Pausen. Es kommt bei der Orgelpfeife darauf an, dass durch das Anblasen ein der Länge entsprechendes Schwingungsverhältniss erzeugt wird, und so jedenfalls auch bei dem Brummkreisel ein dem Hohlraume entsprechendes.

Brunnen, artesische, oder Bohrbrunnen sind Brunnen, bei denen das aufgefundene Wasser sich gewöhnlich bis über die Oberfläche der Erde erhebt. Diese Brunnen sind oft gegrabene, meist aber gebohrte, und da sie in der französischen Provinz Artois ziemlich häufig vorkommen, so haben sie von daher ihren Namen erhalten.

Die Anlage eines solchen Brunnens erfolgt im Wesentlichen in der Weise, dass man zuerst in die lockeren Erdschichten bis auf etwa 20 Fuss Tiefe ein gewöhnliches Brunnenloch gräbt, dann ein langes Holzrohr von quadratischem Querschnitte lothrecht einrammt und die Erde aus dem-

selben ausbohrt. Diese Arbeit wird, indem man das Rohr durch aufgesetzte entsprechende Rohrstücken verlängert, fortgesetzt, bis man das feste Gestein erreicht. Hierauf beginnt das sogenannte Seilbohren, welches mit einem Meissel von mehreren Centnern Gewicht, der an einem Taue aufgezogen wird und dann niederfällt, geschieht. Die näheren Einrichtungen, sowie das Ausräumen des Loches, müssen wir hier übergehen. Das Bohren oder eigentlich das Meisseln wird so lange fortgesetzt, bis man das erwünschte Springwasser erhält. Hierauf wird das ganze Loch mit einem Metallrohre ausgefüttert.

Berühmt ist der artesische Brunnen zu Grenelle bei Paris, der 1683 par. Fuss tief ist. In einer Entfernung von 350 Metern von demselben hat man in Passy einen zweiten artesischen Brunnen ausgeführt von 1805 par. Fuss Tiefe, der 1855 von dem deutschen Ingenieur Kind begonnen und 1861 beendet wurde. Derselbe giebt in 24 Stunden 20000 Cubikmeter Wasser von 28° C. Wärme und seitdem liefert der von Grenelle nur noch 460 Cubikmeter gegen frühere 900. Zu Neusalzwerk bei Preussisch Minden ist ein Bohrloch von $2094\frac{1}{2}$ par. Fuss Tiefe.

Es beruht die Wirkung der artesischen Brunnen auf dem Gesetze der communicirenden Röhren, indem bei dem Durchbohren des festen Gesteins Wasseradern angestochen werden, welche in vielleicht sehr entfernten Gebirgen ihren Anfang haben und zwar in Gegenden, welche höher liegen, als die Stelle, an welcher der Brunnen angelegt wird.

Ueber Brunnen überhaupt s. Art. Quelle.

Brusttöne sind Töne, welche durch das Stimmorgan (s. Art. Stimme) hervorgebracht werden, wenn die ganzen Stimmbänder schwingen.

Bullerborn nennt man eine intermittirende Quelle, d. h. eine Quelle, welche nach Zwischenräumen fliesst. In Paderborn war ein Bullerborn, der 6 Stunden floss und dann 6 Stunden pausirte. In Frankreich, z. B. bei Nimes, bei Fontestorbe, bei Perigueux etc., giebt es mehrere solcher Quellen. Die Ursache ist wohl nicht allenthalben dieselbe; meistens mag dieselbe in heberförmigen Kanälen zu suchen sein, welche mit Wasserbehältern in Verbindung stehen. Vergl. Art. Heber.

Bumerang, eine Wurfwaffe der Wilden in Australien, auch Keili genannt. S. Art. Keili.

Bunsen'sche Kette ist eine constante galvanische Kette (s. Art. Säule, galvanische) aus Zink und Kohle. Die Kohle besteht aus 2 Theilen Coaks und einem Theile Backkohle, beide fein gepulvert und durchgesiebt; dies Pulver wird in einem cylinderförmigen Blechbehälter ausgeglüht und dann zu einem Cylinder auf der Drehbank gedreht. Die Kohlencylinder stehen in der Kette in Salpetersäure, das Zink in verdünnter Schwefelsäure und beide Säuren sind durch eine poröse Thonzelle getrennt.

Bunsen'scher Brenner oder Bunsen'sche Lampe, s. Lampenofen.

Buranen nennt man in Tibet vorzugsweise kalte und trockne Winde, welche im Winter mehrere Tage aus N. und NO. wehen und gewöhnlich in Stürme, die eigentlichen Buranen, ausarten.

Burzelmännchen sind längliche Körper, welche an einem Ende abgerundet und daselbst vorzugsweise schwer sind, so dass der Schwerpunkt nahe an diesem Ende liegt. Stellt man diese Körper auf das andere, gewöhnlich mit kleiner Fläche versehene Ende, so ist die Stellung labil, die Körper fallen um und stellen sich stabil auf das andere Ende. Es beruht dies darauf, dass der Schwerpunkt stets die möglichst tiefste Stelle einzunehmen sucht. Hierher gehören die Gläser, welche, auf die Seite gelegt, von selbst aufstehen.

Das chinesische Burzelmännchen oder der Treppenläufer ist eine Puppe mit beweglichen Armen und Beinen, welche in ihrem Innern ein Rohr mit etwas Quecksilber enthält. Stellt man die Puppe auf eine Treppe, so dass die Füsse auf der unteren, die Hände auf der nächst oberen Stufe stehen, so läuft das Quecksilber in den unteren Theil der Röhre, die Falllinie (s. Art. Falllinie) fällt ausserhalb der Unterstützung und zwar nach unten, die Puppe hebt und überschlägt sich und stellt sich nun mit den Händen auf die nächst niedere Stufe, während sie mit ihren Füssen noch stehen bleibt. Jetzt läuft das Quecksilber wieder nach unten und die Puppe überschlägt sich abermals u. s. f. bis zum Ende der Treppe. Auch hat man zwei Puppen als Treppenläufer. Diese sind durch hohle Stangen verbunden, welche etwas Quecksilber enthalten. Der Vorgang ist derselbe wie bei einer einzigen Puppe.

Bushel, Name eines in England gebräuchlichen Hohlmasses für trockne Dinge, dem Inhalte nach gleich 8 Gallons.

Busolt'scher Farbenkreisel, eine kreisförmige Bleiplatte von 5 bis 6 Zoll Durchmesser, im Centrum mit einer Axe versehen, um welche man die Platte in schnelle Rotation durch Abziehen eines aufgewickelten Fadens versetzen kann. Befestigt man auf die obere Fläche der Platte verschiedenfarbige Sectoren, so entstehen bei der Rotation Mischfarben. Bequemer lassen sich die Versuche mit der Schwungmaschine anstellen.

Bussole, s. Art. Boussole.

C.

Cabestan oder K a b e s t a n soviel als W i n d e, d. h. ein Rad mit verticaler Welle.

Caldera nennt man die Vertiefung eines Erhebungs-Kraters.

Calefaction nennt B o u t i g n y das Princip, auf welchem das L e i d e n f r o s t'sche Phänomen beruhen soll (s. Art. P h ä n o m e n, L e i d e n f r o s t'sches). Mit dem blosen Worte ist indessen noch nichts erklärt.

Caliber bezeichnet den Durchmesser jeder cylindrischen Röhre, namentlich spricht man vom Caliber bei den Schiessgewehren und bezieht dann den Ausdruck auf die zu dem Gewehre gehörige Kugel. Ein genauer Cylinder hat in seiner ganzen Länge dasselbe Caliber.

Calibriren heisst untersuchen, ob eine Röhre durchgängig dasselbe Caliber (s. Art. C a l i b e r) hat oder nicht. Bei weiten Röhren misst man mittelst eines Zirkels oder man treibt Pfropfen durch, deren Durchmesser dann gemessen wird. Das Resultat ist in beiden Fällen kein ganz genaues. Bei der Untersuchung der B a r o m e t e r r ö h r e n befestigt man einen Kork an einem Bindfaden, zieht ihn durch die Röhre, während man zugleich etwas Quecksilber, welches man auf den Pfropfen gegossen hat, mit hindurchzieht, und misst die Länge des Quecksilbers an den verschiedenen Stellen. Ist die Länge durchgängig ungeändert, so ist das Caliber allenthalben dasselbe, hingegen da kleiner, wo der Tropfen länger, und grösser, wo derselbe kürzer wird. Beim Calibriren von T h e r m o m e t e r r ö h r e n und Haarröhrchen überhaupt füllt man etwas Quecksilber ein, etwa von der Länge eines Zolles, und misst die Länge desselben an den verschiedenen Stellen. Wiegt man das leere Röhrchen und dann dasselbe mit dem Quecksilber, so erhält man in der Differenz der Gewichte das Gewicht des Quecksilbers, und hat man die Länge des Quecksilberfadens genau gemessen, so kann man aus dem absoluten und specifischen Gewichte des Quecksilbers und der gemessenen Länge den Querschnitt berechnen, und bei einem cylindrischen Röhrchen den Durchmesser. Hat man die Länge nach Zollen gemessen $= l$, wiegt das Quecksilber g Gewichtseinheiten und ein Cubikzoll Quecksilber q Gewichtseinheiten, so ist bei einem cylindrischen Röhrchen der Halbmesser $r = \sqrt{\frac{g}{\pi q l}}$, wo $\pi = 3{,}14159$ ist.

Caligo bedeutet überhaupt eine Verdunkelung des Auges. *Caligo lentis* ist grauer Staar.

Callan'sche Kette oder **Säule** s. Sturgeon'sche Säule. — Platinirte Bleiplatten.

Callina heisst in Spanien eine trockene Trübung des Himmels, die sich in der Mitte oder am Ende des Juni als ein blaulich grauer Dunststreif rings um den Horizont zeigt, der sich bei steigender Hitze bis Mitte August so hoch erhebt, dass er zuletzt ein Viertheil des Himmelsgewölbes einnimmt. Die Farbe des Dunstes ist dann am Horizonte bräunlichroth, höher hinauf geht sie durch das Gelbliche in das Bleifarbene über. Mit dem Brennen von Mooren hängt die Erscheinung nicht zusammen, sondern sie scheint unmittelbar ein Erzeugniss des über den staubigen, dürren Ebenen Spaniens aufsteigenden Luftstroms zu sein.

Calmen, Region der, nennt man den zwischen dem Nordost- und Südostpassat liegenden windstillen Gürtel. Die Seeleute sagen auch Gegend der Windstillen oder der Veränderlichen und zwar Letzteres, weil daselbst fortwährend Windstillen abwechseln mit von Stürmen begleiteten Gewittern. Die Gegend der Windstillen beginnt im atlantischen Oceane von Norden her

im	Januar und Mai	zwischen 6^0	und	4^0	nördl.	Breite,
-	Februar	- 3	-	5	-	-
-	März und April	- 5	-	2	-	-
-	Juni	bei 10			-	-
-	Juli, August, Septbr.	zwischen 13	-	14	-	-

und liegt im Allgemeinen im

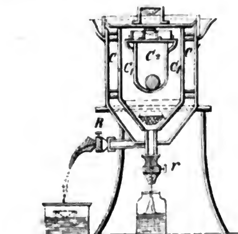
Winter	zwischen	$5^0 45'$	und	$2^0 25'$	nördl.	Breite,	also	$3^0 20'$	Erstreckung,
Frühling	-	5 47	-	1 45	-	-	-	4 2	-
Sommer	-	11 20	-	3 15	-	-	-	8 5	-
Herbst	-	9 55	-	3 15	-	-	-	6 40	-

Im stillen Ocean fehlt es noch an genaueren Bestimmungen; doch scheint daselbst die Region der Calmen ziemlich symmetrisch auf beiden Seiten des Aequators zu liegen, auch in den verschiedenen Jahreszeiten in der Breite weniger zu schwanken. Näheres im Art. Winde.

Calorie oder Wärmeeinheit ist die Wärmemenge, welche dazu gehört, eine Gewichtseinheit Wasser von 0^0 C. um 1 Grad zu erwärmen. Legt man ein Kilogramm Wasser zu Grunde und 1^0 C., so beträgt das mechanische Aequivalent der Wärmeeinheit, d. h. die Arbeit, welche einer Calorie entspricht, 424 Meterkilogramme; bei Annahme von 1 österr. Pfund und 1^0 C. erhält man 1367 österr. Fusspfund u. s. f. Vgl. Art. Aequivalent, calorisches; Aequivalent, mechanisches, der Wärmeeinheit und Aequivalent, thermisches, der Arbeitseinheit.

Calorimeter, das, ist ein Instrument zur Bestimmung der Wärmecapacität und daher auch der specifischen Wärme der Körper (s. Art. Wärmecapacität und Wärme, specifische). Das 1780 zuerst von Lavoisier und Laplace beschriebene, sogenannte Lavoisier'sche Calorimeter gründet sich darauf, dass um 1 Ge-

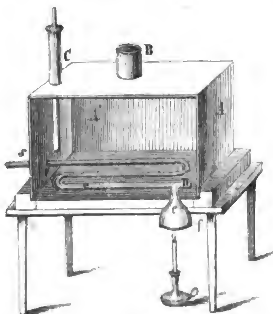
wichtseinheit Eis von 0⁰ C. in Wasser von 0⁰ C. umzuwandeln, soviel Wärme erforderlich ist, als man braucht, um eine Gewichtseinheit Wasser von 0⁰ C. bis auf 79⁰ C. zu erwärmen. Von dem Instrumente giebt nebenstehende Figur die Einrichtung näher an. Zunächst besteht dasselbe aus einem grösseren Gefässe mit doppelten Wänden, deren Zwischenraum C in das Rohr R mündet, während der innere Raum $C_{,}$ mit dem Hahne r in Verbindung steht, zu welchem der Zugang durch ein am Grunde von $C_{,}$ befindliches Sieb führt. Das Gefäss lässt sich mit einem schüsselförmigen Deckel verschliessen, der dabei in eine um das Gefäss ringsherumgehende Rinne eingreift.



Ausserdem gehört noch ein kleineres Gefäss C_2 dazu, welches in ganz gleicher Weise wie das grosse durch einen Deckel verschlossen werden kann und in die Abtheilung $C_{,}$ eingehängt wird. Alles ist von Blech. Um die Wärmecapacität eines Körpers, z. B. einer eisernen Kugel, zu bestimmen, füllt man die Abtheilungen C und $C_{,}$ mit klein gehacktem Eise an, ebenso den Deckel und die Rinne, in welche derselbe eingreift, desgleichen den Deckel des eingehängten Gefässes C_2. Lässt man das Instrument hierauf mehrere Stunden stehen, so wird das Eis im Raume C und in dem äusseren Deckel zu schmelzen beginnen und dadurch der Raum $C_{,}$, desgleichen der Raum C_2 auf die Temperatur 0⁰ C. gebracht. Ist man überzeugt, dass dies eingetreten ist, so lässt man das entstandene Wasser durch r ablaufen, bringt den zu untersuchenden Körper, dessen Gewicht und Temperatur man kennen muss, in den Behälter C_2 und lässt nun das Instrument so lange stehen, bis man erwarten kann, dass auch der Körper die Temperatur 0⁰ C. angenommen hat. Hierauf sammelt man das durch r ablaufende Wasser und aus dem Gewichte desselben berechnet man die Wärmecapacität des untersuchten Körpers. Da 1 Pfund Wasser von 79⁰ C. 1 Pfund Eis von 0⁰ C. in 1 Pfund Wasser von 0⁰ C. umwandelt, so schmilzt 1 Pfund Wasser von 1⁰ C. nur $\frac{1}{79}$ Pfund Eis, 1 Pfund Wasser von t^0 C. also $\frac{t}{79}$ Pfund und P Pfund Wasser von t^0 C. mithin $\frac{t \cdot P}{79}$ Pfund; wiegt der Körper P Pfund und ist seine Wärmecapacität c, so wird er bei einer Abkühlung von t^0 bis auf 0⁰ C. $\frac{c \cdot t \cdot P}{79}$ Pfund Eis von 0⁰ C. schmelzen. Nennt man das Gewicht des geschmolzenen Eises E, so ist also $E = \frac{c\ t\ P}{79}$ und also

die Wärmecapacität des Körpers $c = \frac{79 \,.\, E}{t \,.\, P}$. — Ist der zu untersuchende Körper tropfbarflüssig, so bringt man ihn in den Behälter C_2, oder — falls er diesen angreifen würde — in ein besonderes Gefäss, z. B. von Glas, muss dann aber erst nach der vorher angegebenen Weise die Wärmecapacität dieses Behälters oder Gefässes bestimmen. Stellt man hierauf den Versuch auf die vorher beschriebene Weise an, so ist von dem Gewichte des geschmolzenen Eises das zu subtrahiren, was auf Rechnung des Behälters oder des Gefässes kommt, und dann erst mit dem Reste wie vorher zu verfahren.

Um die Wärmecapacität von luftförmigen Flüssigkeiten, Gasen, zu ermitteln, bedient man sich des Rumford'schen Wassercalorimeters (1812). Dies besteht (s. nebenstehende Figur) aus einem Blechkasten AA von etwa 8 Zoll Länge und 4 bis 5 Zoll Höhe und Breite. Bei B ist eine Oeffnung zum Füllen des Instrumentes mit Wasser, welche durch einen Kork geschlossen wird; in der zweiten Oeffnung C ist ein Thermometer eingesetzt, welches durch einen durchbohrten Kork geht, der zugleich zum Verschluss der Oeffnung dient; bei D beginnt eine flache Kühlschlange (ss) aus sehr dünnem Bleche, die in drei Gängen durch das Kästchen geht und bei e einen cylindrischen Ansatz mit einem Trichter f hat. Berard und Delaroche, welche die genauesten hierher gehörigen Untersuchungen angestellt haben, liessen die Luftart erst durch eine Röhre streichen, welche von kochendem Wasser umgeben war, leiteten sie dann in das Calorimeter und ermittelten, um wie viele Grade die in dem Instrumente enthaltene, dem Gewichte nach genau bestimmte Wassermenge sich durch Abkühlung der Luft erwärmt hatte. Zu unterscheiden ist hierbei indessen, ob man die Wärmecapacität der Luftart bei gleichbleibender Dichtigkeit oder bei gleichbleibendem Volumen bestimmt. Die erstere Art der Bestimmung giebt stets ein grösseres Resultat, als die zweite.



Das Wassercalorimeter von Rumford benutzt man auch, um zu ermitteln, wieviel Hitze ein bestimmtes Quantum eines Brennstoffs entwickelt. Ein Beispiel wird dies am leichtesten veranschaulichen. Das Calorimeter enthalte 5,6 Neupfund Wasser von 13,5° C., die Temperatur des Zimmers sei 16° C.; man stellt nun unter den Trichter eine Kerzenflamme und ermittelt, wieviel dem Gewichte nach von derselben

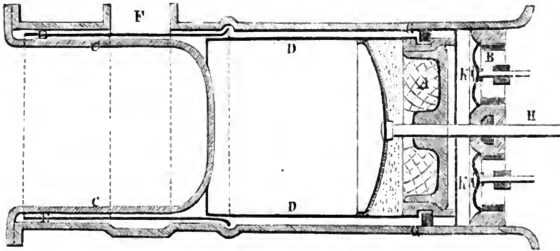
verbrennt, wenn die Temperatur des Wassers ebensoviel Grade über der Zimmertemperatur ist, als sie vorher darunter war. Gesetzt, es sei von einer weissen Wachskerze in dieser Zeit $^1/_{12}$ Loth Wachs verbrannt; wieviel Eis von 0° C. würde die Hitze von einem Neupfund Wachs in Wasser von 0° C. umwandeln? Es ist durch $^1/_{12}$ Loth Wachs, welches verbrannt wurde, die Temperatur des Wassers um 2mal 16,5 — 13,5 Grad, also um 5 Grad gestiegen; durch 1 Loth würden also die 5,6 Neupfund Wasser um 12.5° = 60° wärmer werden, mithin durch 1 Neupfund Wachs um 30.60° = 1800°; aber 5,6 Npfd. Wasser von 1800° würden $\frac{5{,}6\,.\,1800}{79}$ Npfd. Eis schmelzen, also 127 Neupfd. Eis.

Calorimetrie nennt man den Abschnitt der Physik, welcher von dem Messen der Wärmemengen handelt. Vergl. Art. Calorimeter, Wärmecapacität und Wärme, specifische.

Calorimotor von Hare ist eine einfache galvanische Kette von sehr grosser Oberfläche. Hare nahm ein 10 bis 12 Fuss langes und 1 Fuss breites Zinkblech und ein ebensolches Kupferblech, legte zwischen beide ein ebenso langes und breites Stück Leder oder Tuch, ein gleiches auf die eine Platte, und wickelte nun das Ganze spiralförmig zusammen; brachte er die Spirale in einen Behälter mit verdünnter Schwefelsäure, ohne dass dabei die Metallplatten in gegenseitige Berührung kamen, und schloss er nun die beiden Platten durch an den Enden angebrachte Drähte, so wurde eine ganz bedeutende Hitze entwickelt, die sich namentlich zu Glühversuchen eignete. Dieser Calorimotor, Wärmeerreger, ist ausser Gebrauch gekommen, da die constanten Batterien dasselbe leisten und länger vorhalten (s. Art. Säule, galvanische).

Calorische Maschine oder Luftmaschine ist eine von dem Schweden Ericsson (1852) erfundene Maschine, welche sich auf die Eigenschaft der Luft, durch Erwärmung ihr Volumen zu vergrössern, gründet und bei kleineren Kraftleistungen die Dampfmaschine vortheilhaft ersetzt, in Vergleich mit welcher sie billiger ist, weniger Raum einnimmt, keiner besonderen Feuerungs-Anlage bedarf und auch keine Explosion befürchten lässt. Der Vorgang in dieser Maschine ist im Wesentlichen der, dass sie bei jeder Umdrehung atmosphärische Luft aufnimmt, dass diese sich während der wirksamen Bewegung des Arbeitskolbens erhitzt und denselben durch Vergrösserung ihres Volumens vorwärts treibt. Um einigermassen von der Wirkungsweise eine Vorstellung zu geben, legen wir beistehende Figur zu Grunde. Wir sehen hier zunächst einen auf der rechten Seite offenen Cylinder, welcher in seiner rechten Hälfte genau ausgedreht ist und daselbst zwei bewegliche Kolben *A* und *B* enthält; *A* ist der Speisekolben und *B* der Arbeits- oder Treibkolben. *A* hat (bei *GG*) an seinem Umfange zur Kolbenaxe schräg

liegende Einschnitte von etwa 2 Zoll Breite und $^1/_4$ Zoll Tiefe, welche mittelst eines auf dem Kolben verschiebbaren, an die Cylinderwand an schliessenden Stahlringes (*GG*) geschlossen werden, sobald der Kolben



sich nach links bewegt, aber bei einer Bewegung desselben nach rechts der Luft den Durchgang von der einen Seite des Kolbens *A* zur andern gestatten. An dem Kolben *A* ist ein möglichst genau gearbeiteter Blechcylinder *DD* angenietet. Nun befindet sich in der linken Hälfte des grossen Cylinders eine Feuerung, bestehend in einem cylindrischen gusseisernen Topfe *CC*, der an dem linken Cylinderende mit diesem festverbunden ist. Die Einrichtung dieser Feuerung mit Rost nnd Aschenfall u. s. w. ist in der Zeichnung nicht weiter angedeutet, und es wird nur noch besonders hervorgehoben, dass das Feuer nicht blos den Topf selbst erhitzt, sondern auch die äussere Seite der linken Cylinderfläche in Zügen umspielt, ehe dasselbe in einen gewöhnlichen Schornstein entweicht. Den Feuertopf umgiebt ein zweiter Blechcylinder *EE*, zwischen welchem und dem Topfe der Blechcylinder des Speisekolbens sich verschieben lässt. Bei *F* ist ein Auslassventil — in der Zeichnung fortgelassen —, welches mittelst eines Hebels durch einen auf der Schwungradwelle sitzenden Daumen geöffnet wird und der Luft bei der Bewegung des Speisekolbens von rechts nach links den Austritt gestattet. Die Kolbenstange des Kolbens *A* geht luftdicht durch eine Stopfbüchse im Arbeitskolben und greift in ein Hebelwerk. Der Arbeitskolben *B* schliesst dicht an den Cylinder und hat zwei Ventile (*KK*) aus Stahlblech zum Eintritte der Luft in den Cylinder. Zwei am Arbeitskolben befestigte und mit einer Geradführung am Maschinengestelle versehene flache Stangen treiben einen Hebel des Hebelwerkes. Auf das Hebelwerk, welches äusserst sinnreich ist, kann hier nicht näher eingegangen werden, nur der eigenthümliche Hergang im Innern der Maschine soll noch eine kurze Erläuterung finden. Wenn der Speisekolben sich von rechts nach links bewegt, so schliessen sich angegebenermassen die Einschnitte

in seinem Umfange und, da dann gleichzeitig das Auslassventil *F* geöffnet ist, so entweicht die heisse Luft zwischen dem Feuertopfe und dem am Speisekolben befindlichen Cylinder. Hierbei geht zwar auch der Arbeitskolben von rechts nach links, aber langsamer — was durch das Hebelwerk mit bewirkt wird —; folglich entsteht zwischen dem Speisekolben und dem Arbeitskolben eine Luftverdünnung, die Ventile des Arbeitskolbens öffnen sich und atmosphärische Luft dringt ein. Hat der Raum zwischen beiden Kolben sein Maximum erreicht und tritt nun keine Luftverdünnung mehr ein, so schliessen sich die Ventile des Arbeitskolbens, beide Kolben beginnen ihren Gang von links nach rechts, der Ring des Speisekolbens öffnet die Einschnitte (*GG*), die kalte Luft zwischen beiden Kolben geht in den Raum zwischen der heissen Cylinderwand und dem angenieteten Blechcylinder, ferner zwischen dem heissen Feuertopfe und dem Blechcylinder des Speisekolbens. Hierdurch wird die vorher kalte Luft stark erhitzt, dehnt sich aus und drückt auf die einschliessenden Wände, mithin auch auf den Arbeitskolben, der somit durch den Ueberdruck der heissen Luft gegen die äussere einen Kraftüberschuss gewinnt, welcher an der Maschine sich äussert, während der Speisekolben, auf beiden Seiten von heisser Luft umgeben, keine Kraft äussern kann. Bei dieser Bewegung der Kolben von links nach rechts bewegt sich wieder der Speisekolben schneller als der Arbeitskolben, der Raum zwischen ihnen wird kleiner und schliesslich kommt wieder die Stellung zu Stande, von welcher wir ausgegangen sind. Es ist indessen hierbei noch auf einen Punkt aufmerksam zu machen, nämlich auf die eigenthümliche Einrichtung des Schwungrades. Bei anderen Maschinen hat das Schwungrad seinen Schwerpunkt in der Axe, hier aber nicht. Dadurch bewegt sich das Schwungrad auf der einen Hälfte seiner Bahn durch sein eigenes Gewicht. Dies geschieht, wenn die Kolben sich von rechts nach links bewegen, und dadurch wird eben diese Bewegung selbst hervorgebracht. Bei der Bewegung der Kolben von links nach rechts, welche durch das Schwungrad noch eingeleitet wird, hebt der Kraftüberschuss des Arbeitskolbens, welchen dieser durch die Ausdehnung der erhitzten Luft gewinnt, neben der Arbeit an der Maschine zugleich das einseitige Gewicht des Schwungrades empor. Um die Maschine in Gang zu setzen, nachdem der Topf gehörig erhitzt ist, bedarf es nur einer Drehung des Schwungrades, so dass das einseitige Gewicht desselben zur Wirksamkeit kommt. — Eine andere Luftmaschine ist von dem Franzosen Belou 1855 construirt und hat seit 1861 einen ziemlichen Grad von Vollkommenheit erreicht. Es wirkt in ihr ein Gemisch aus Luft und aus den durch den Verbrennungsprocess erzeugten Gasen.

Camera clara (helle Kammer) ist eigentlich eine unpassende Bezeichnung für eine abgeänderte *Camera obscura*. Man lässt das Bild durch einen ebenen Spiegel nach oben reflectiren, wo es dann auf ein ausgespanntes geöltes Papier oder eine matte Glastafel fällt, so dass das

Bild nicht in dem dunklen Raume des Kastens, sondern von ausserhalb betrachtet wird. Vergl. Art. Camera obscura.

Camera clara dioptrica, s. Art. Camera obscura.

Camera lucida (lichte Kammer) ist ein von Wollaston 1809 erfundenes Instrument zum Zeichnen von Landschaften, Bauwerken u. dergl. Der wesentliche Theil ist ein kleines vierkantiges Glasprisma, an welchem der eine Neigungswinkel 90⁰, der gegenüberliegende 135⁰ und jeder der beiden anderen $67\frac{1}{2}^0$ beträgt. Ist die eine Fläche des Winkels von 90⁰ vertical, die andere horizontal und oben liegend, so wird ein auf die verticale Fläche senkrecht auffallender Lichtstrahl ungebrochen hindurchgehen, auf der entgegenstehenden Fläche reflectirt, weil hier der Einfallswinkel den Grenzwinkel (s. Art. Brechung. A.) überschreitet, ebenso auf der dann folgenden Fläche reflectirt und von da auf die vierte, horizontale Fläche senkrecht auffallen und ungebrochen heraustreten, so dass ein daselbst befindliches Auge den Punkt, von welchem das Licht ausging, in der Richtung von oben nach unten sieht. — Das Prisma wird an einem Stabe befestigt, den man durch Einschieben und Ausziehen in einer Hülse kürzer und länger machen kann; die Hülse ist an einer Schraube, durch welche das Instrument an einer Tischkante befestigt werden kann, in einer Ebene drehbar, so dass sich der Stab beliebig neigen lässt; ausserdem ist das Prisma an einer horizontalen Axe drehbar und kann auf diese Weise stets in eine Lage gebracht werden, dass man die Gegenstände, von denen man Licht auf die verticale Fläche fallen lässt, auf einem auf dem Tische befestigten Papierbogen erblickt. Das Prisma ist so klein und durch eine auf der horizontalen Fläche aufliegende, stellbare Blendung lässt sich die kleine Stelle, durch welche das Auge blickt, so nahe an den Rand des Prisma bringen, dass man gleichzeitig durch das Prisma und nach der Spitze eines Bleistiftes sehen und so die Umrisse des Bildes auf das Papier zeichnen kann. Das Auge muss sehr nahe an die Blendung kommen und stets entgegengesetzt der Richtung bewegt werden, welche man sehen will. Durch einige Uebung erlangt man bald die nöthige Fertigkeit; doch hat sich das Dicatopter (s. Art. Dicatopter) als zweckmässiger erwiesen.

Camera obscura (dunkle Kammer) ist ein von Porta 1558 erfundener optischer Apparat, der in neuester Zeit namentlich durch die Photographie weite Verwendung gefunden hat. Eine convexe Linse giebt von entfernten Gegenständen umgekehrte Bilder nahe am Brennpunkte; überhaupt lässt sich die Entfernung des Bildes von dem Glase mit der Brennweite f für einen Gegenstand in der Entfernung a von dem Glase nach der Formel $\frac{1}{a} + \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{f}$ berechnen, wo α die gesuchte Entfernung ist (s. Art. Linsenglas). Setzt man in die eine Wand eines allenthalben verschlossenen Kastens eine convexe Linse ein

und ist die gegenüberstehende Wand verschiebbar, so dass sie in grösseren oder geringeren Abstand von der Vorderwand gebracht werden kann, so wird man die letztere stets so stellen können, dass das Bild des vor dem Glase befindlichen Gegenstandes auf dieselbe trifft. Besteht die Hinterwand aus einer matten Glastafel, so wird man das Bild umgekehrt auf derselben von aussen erblicken, namentlich wenn man durch ein übergehängtes Tuch sich vor dem matten Glase im Dunkeln befindet. Dies ist die einfachste Form, wie sie beim Photographiren im Gebrauche ist. — Bringt man vor der Hinterwand einen unter 45° geneigten Spiegel im Kasten an, so lässt sich dadurch das Bild auf die obere Wand des Kastens reflectiren und das Bild daselbst durch eine angebrachte matte Glastafel betrachten (s. Art. Camera clara). — Bringt man die convexe Linse auf der oberen Wand des Kastens an und steht die untere Wand in der Entfernung, welche vorher die Hinterwand hatte, lässt man das Licht von den Gegenständen überdies erst von einem ebenen, unter 45° zur Linse geneigten Spiegel auf die Linse fallen, so erhält man das Bild auf dem Boden des Kastens. Ist die vordere Seite offen, so kann man das Bild auf einem Blatte Papier, mit dem man dasselbe auffängt, nachzeichnen, wenn man nur durch ein übergeworfenes Gewand dafür sorgt, dass man im Dunkeln sitzt. — Lässt man das Licht, ehe es auf die Linse trifft, durch ein rechtwinkelig gleichschenkeliges Glasprisma gehen, so wird das Bild umgekehrt, so dass dasselbe in natürlicher, also nicht umgekehrter Stellung sich projicirt (s. Art. Prisma). Derartige Apparate findet man bisweilen in Mauern angebracht, so dass sich auf der matten Glastafel im Innern des Zimmers alles abbildet, was auf der Strasse vor der Oeffnung sich zeigt.

Eine Vervollkommnung der Camera obscura hat unter dem Namen *Camera clara dioptrica* von Leyser angegeben. Die genaue Beschreibung findet sich in Poggendorff's Annalen Bd. LVI. S. 407; hier wird Folgendes genügen. Das Instrument endet in zwei Auszugsröhren ähnlich wie bei einem Auszugfernrohre, nur ist das verjüngte Ende dem Objecte zugewendet und das Auge an dem erweiterten Theile. Das äusserste Auszugrohr hat an seinem Ende ein einfaches Convexglas von 18 Linien Oeffnung und 18 Zoll Brennweite; unmittelbar dahinter steht ein achromatisches Convexglas von derselben Oeffnung und Brennweite, so dass beide vereint eine Convexlinse von $4^1/_2$ Zoll Brennweite repräsentiren. Die convexen Flächen beider Gläser sind dem Objecte zugekehrt. Das zweite Rohr, in welchem sich jenes verschieben lässt, enthält an seinem innern Ende drei Gläser: von dem Objectivende an gerechnet kommen zunächst hinter einander zwei achromatische Linsen von 24 Linien Oeffnung und je 8 Zoll Brennweite, so dass sie eine Convexlinse von etwa $4^1/_2$ Zoll Brennweite repräsentiren, ihre convexe Seite dem Ocularende zuwendend, und hinter diesen steht ein drittes achromatisches Glas, welches seine convexe Fläche wieder dem Objectiv-

ende zukehrt, 20 Linien Oeffnung und 6 Zoll Brennweite hat. Bleiben wir zunächst bei diesen Gläsern stehen und untersuchen ihre Wirkung, so ergiebt sich, dass die beiden vorderen Gläser von einem entfernten Gegenstande ein umgekehrtes Bild in etwa 4½ Zoll Entfernung hinter denselben geben; dies Bild muss nun innerhalb der Brennweite der folgenden drei Gläser stehen und dadurch treten die Strahlen aus ihnen so heraus, als ob sie von einem entfernten Gegenstande in der Stellung des Bildes, also in der umgekehrten Stellung des Gegenstandes herkämen. Es ist mithin gleichsam eine Umkehrung des Gegenstandes eingetreten. Nun fallen diese Strahlen auf die eigentliche Camera obscura, nämlich auf ein letztes Convexglas von 9 Zoll Oeffnung und etwa 14 Zoll Brennweite, welches 13 Zoll von dem vorderen Zugrohre entfernt steht. Dies Glas giebt auf der matten Glastafel ein umgekehrtes Bild von dem umgekehrten Bilde und somit erblickt man daselbst das Object in seiner natürlichen Stellung. Hinter der Glastafel ist noch ein hinten offener Kasten angebracht, um das Seitenlicht abzuhalten, und vor dieser Oeffnung befindet sich das Auge. — Wegen der Wirkungsweise der Gläser ist Art. L i n s e n g l a s zu vergleichen.

Campanen nennt man die Glasglocken, welche man bei der Luftpumpe als Recipient gebraucht (s. Art. L u f t p u m p e).

Canalwaage ist ein Nivellirinstrument, welches sich darauf gründet, dass in communicirenden Gefässen die Oberflächen der Flüssigkeit, mit welcher diese gefüllt sind, in derselben Horizontalebene liegen. Das Nähere über die Einrichtung und den Gebrauch enthält Art. N i v e l l i r e n.

Canarienglas ist Uranglas. S. Art. U r a n g l a s.

Canile heisst bei den Zungenwerken der Orgeln die mit einer elastischen Platte bedeckte Rinne von Messingblech von ungefähr halbkreisförmigem Querschnitte.

Canton'scher Phosphor wird aus Austerschaalen und Schwefelpulver bereitet. Die gereinigten Austerschaalen werden ½ Stunde lang geglüht, dann mit Schwefelpulver schichtenweis in einen Tiegel gebracht, so dass ihre innere Fläche stets nach unten liegt, und hierauf in dem Tiegel wenigstens 1 Stunde lang nochmals im Windofen geglüht. C a n t o n erfand 1768 diesen phosphorescirenden Körper.

Capacität bedeutet Aufnahmevermögen, z. B. ein Gefäss hat eine grössere Capacität als ein anderes, wenn es mehr Flüssigkeit aufnehmen kann als das andere. In der Physik kommt der Ausdruck namentlich bei der Wärme vor und bezeichnet da W ä r m e c a p a c i t ä t die Wärmemenge, welche ein Körper aufnehmen muss, um eine um einen Grad höhere Temperatur zu erhalten. Es ist diese Menge sowohl für Körper von gleichem Gewichte, als von gleichem Volumen verschieden. Vergl. Art. W ä r m e, s p e c i f i s c h e.

Capillarattraction und **Capillardepression** s. Art. Capillarität und Haarröhrchen.

Capillarität bezeichnet die von dem Gesetze der communicirenden Gefässe abweichende Erscheinung, welche in Flüssigkeit stehende Haarröhrchen zeigen. Das Nähere im Art. Haarröhrchen.

Capillarkraft,
Capillarröhre, } s. Haarröhrchen.

Cardanischer Ring, s. Art. Ring, cardanischer.

Cardinalpunkte nennt man die Durchschnittspunkte des Horizontes mit dem Meridian, also Nordpunkt und Südpunkt, und mit dem Aequator des Himmels, also Ostpunkt und Westpunkt. Diese vier Punkte sind die Hauptpunkte des Compasses und ebenso nennt man die aus diesen Gegenden des Horizontes wehenden Winde Hauptwinde.

Carolo-Montgolfière hat man einen Luftballon genannt, welcher in seinem oberen Theile aus einer Charlière und in seinem unteren aus einer Montgolfière besteht. Graf Zambeccari bediente sich dieser Combination bei seinen Versuchen über die verticale Steuerung des Luftballons. Vergl. Art. Luftballon.

Cartesianischer Taucher oder **Teufel** ist eine kleine hohle Figur von dünnem Glase in beliebiger Form, jedoch gewöhnlich in der eines Teufels, die so leicht ist, dass sie leer auf Wasser schwimmt. Eine Hauptsache ist ein offenes in das hohle Innere führendes Rohr, welches bei der Form eines Teufels als Schwanz auftritt, erst aufwärts und dann mit dem offenen Ende seitlich gerichtet ist. Erwärmt man die Figur vorsichtig und bringt sie dann noch warm in Wasser, so füllt sich das Innere und man kann es leicht durch Probiren dahin bringen, dass durch die eingedrungene Flüssigkeit die Figur so schwer wird, dass sie fast gänzlich in Wasser eintaucht. Durch die Erwärmung ist nämlich ein Theil der Luft herausgetrieben und dann bei der durch das Eintauchen in Wasser herbeigeführten Abkühlung Wasser in das Innere gedrungen. — Die so vorbereitete Figur bringt man in eine Glasflasche mit umgebogenem Rande, welche fast ganz mit Wasser gefüllt ist, und bindet eine elastische Haut (Kautschuck) luftdicht über die Mündung. Jetzt ist der Apparat fertig zu den verschiedenen Versuchen. Drückt man auf die Haut, so sinkt die Figur unter, weil sich der Druck durch das Wasser bis in das Innere der Figur fortpflanzt, noch mehr Wasser in dieselbe dringt und sie dadurch schwerer wird. Lässt man mit dem Drucke wieder nach, so steigt die Figur empor, weil sich die Luft im Innern wieder ausdehnt, einen Theil des Wassers austreibt und dadurch die Figur wieder leichter wird. Bei schwächerem Drucke kann man die Figur an jeder beliebigen Stelle zum Schweben bringen. Lässt man mit dem Drucke plötzlich nach und drückt gleich darauf wieder, um wieder plötzlich nachzulassen u. s. f., so dreht sich die Figur in ent-

gegengesetzter Richtung des offenen Röhrenendes herum, weil dann die Rückwirkung sich wie bei dem Segner'schen Rade oder bei der Rakete geltend macht.

Cartier'sches Aärometer ist das in Frankreich gebräuchliche Alkoholometer. S. Aräometer. B. 5. S. 40.

Cascaden-Batterie nennt man eine Verbindung mehrerer electrischer Flaschen in der Weise, dass jede einzelne mit Ausnahme der letzten isolirt ist, die äussere Belegung der ersten mit der inneren Belegung der zweiten, die äussere Belegung der zweiten mit der inneren der dritten u. s. f. in leitender Verbindung steht, und die innere Belegung der ersten geladen wird. Wegen der gewöhnlichen electrischen Batterie vergl. Art. Batterie. Statt Cascaden-Batterie sagt man auch Flaschensäule. Näheres enthält der Art. Flasche, electrische.

Cascadenströme sind die bei der Ladung und Entladung einer Cascaden-Batterie auftretenden electrischen Strömungen. Näheres hierüber enthält der Art. Flasche, electrische.

Castor und **Pollux**, s. Elmsfeuer.

Cataracta bedeutet grauer Staar; s. Art. Staar.

Caustica oder **caustische Linie** soviel als Brennlinie, vergl. Art. Brennlinie.

Cementquellen sind Quellen, welche Kupfervitriol enthalten. Bringt man Eisen in das Wasser dieser Quellen, so überzieht sich dasselbe mit einer Kupferhaut. In Ungarn, bei Altenberg im sächsischen Erzgebirge, am Rammelsberge bei Goslar am Harze und bei Fahlun in Schweden finden sich derartige Quellen.

Centesimal-Alkoholometer ist das in Frankreich gebräuchliche Alkoholometer. Vergl. Art. Alkoholometer.

Centesimalscala ist die an dem Centesimal-Thermometer oder Celsius'schen Thermometer angebrachte Eintheilung, nach welcher an dem Eisschmelzpunkte 0 und an dem Normalsiedepunkte des Wassers 100 steht und der Abstand zwischen beiden in 100 gleiche Theile getheilt ist. Vergl. Art. Thermometer.

Centigramm ist der hundertste Theil eines Grammes. Vergl. Art. Gewichte.

Centiliter ist der hundertste Theil eines Liter. Vergl. Art. Mass.

Centimeter ist der hundertste Theil eines Meter. Vergl. Art. Mass.

Centner früher ein Gewicht von 110, jetzt von 100 Pfund. Vergl. Art. Gewichte.

Centralbewegung ist eine Bewegung in krummliniger Bahn um einen Punkt, den Centralpunkt. Sie entsteht, wenn auf einen in gleichförmiger Bewegung befindlichen Körper von einem und demselben Punkte aus eine Kraft continuirlich ablenkend wirkt. Das Nähere enthält Art. Bewegungslehre IV. 8. Die Bewegungen der Planeten um die Sonne etc. sind Centralbewegungen.

Centrale Sonnenfinsterniss ist der Moment einer Sonnenfinsterniss, in welchem das Centrum des Mondes mit dem Centrum der Sonne von dem Standpunkte des Beobachters aus zusammenfällt. Bedeckt hierbei der Mond die Sonnenscheibe nicht vollständig, so erscheint der dunkle Mond umgeben von einem leuchtenden Ringe und die Finsterniss heisst eine centrale ringförmige, im andern Falle eine totale. Vergl. Art. Sonnenfinsterniss.

Centraler Stoss ist ein Stoss, bei welchem die Schwerpunkte beider zum Zusammenstosse kommenden Körper in der Stossrichtung liegen; ist dies nicht der Fall, so heisst der Stoss ein excentrischer. Vergl. Art. Stoss. Die Stossrichtung steht stets im Berührungspunkte der Flächen, in welchem sich die beiden zusammenstossenden Körper berühren, auf diesen senkrecht, und bei dem centralen Stosse fallen beide Stossrichtungen in eine gerade Linie.

Centralfeuer nannten die Pythagoräer ein Feuer, um welches die freischwebende Erdkugel eine Centralbewegung in der Weise machen sollte, dass sie demselben stets dieselbe Kugelhälfte zukehre. Die dem Centralfeuer abgewendete Hälfte der Erde sollte die dem Pythagoras bekannte Erdhälfte sein. Die Erde hatte nach dieser Ansicht einen Umlauf von 24 Stunden, die Sonne einen solchen von einem Jahre und diese theilte der von dem Centralfeuer abgewendeten Hälfte der Erde Licht und Wärme mit, welches sie selbst erst von dem Centralfeuer erhalten hatte. — Um die vulkanischen Erscheinungen zu erklären, nahm man früher im Innern der Erde ein Feuer an und nannte es ebenfalls Centralfeuer. Dem steht entgegen, dass in einem eingeschlossenen Raume kein Brennen stattfinden kann. Der feuerflüssige Zustand des Erdinnern ist keinem Centralfeuer, sondern einer Centralhitze zuzuschreiben.

Centralkraft oder Centripetalkraft nennt man die von dem Centralpunkte aus ablenkend wirkende Kraft bei einer Centralbewegung. Vergl. Art. Bewegungslehre. IV. 8. Von manchen Seiten wird auch die andere, mit der Centripetalkraft einen Winkel bildende Kraft, welche den Körper in der Richtung der Tangente fortzutreiben sucht, zu den Centralkräften gerechnet.

Centralsonne, s. Art. Fixsterne.

Centrifugalgebläse, s. Art. Gebläse.

Centrifugalkraft ist die Kraft, mit welcher ein in Centralbewegung befindlicher Körper sich in Folge des Beharrungsvermögens (s. Art. Beharrungsvermögen) von dem Centralpunkte zu entfernen strebt. Man nennt diese Kraft auch Fliehkraft oder Schwungkraft. Bei einem freien Körper, z. B. einem Planeten, muss die Centrifugalkraft der Centralkraft gleich sein, denn sonst würde er sich dem Centrum nähern oder sich von demselben entfernen müssen; bei einem mit dem Centralpunkte in fester Verbindung stehenden Körper wird die Verbindung

zerreissen, wenn die Centrifugalkraft stärker als die absolute Festigkeit der Verbindung wird.

Centrifugalmaschine oder Schwungmaschine dient dazu, die Wirkung der Centrifugalkraft (s. diesen Art.) zu veranschaulichen. Gewöhnlich besteht die Maschine aus zwei kreisförmigen Scheiben von verschiedenen Durchmessern, welche durch eine Schnur ohne Ende verbunden sind, so dass bei einer Umdrehung der grösseren die kleinere sich sovielmal öfter umdreht, als ihr Durchmesser kleiner ist. Die grössere Scheibe hat einen Handgriff zum Umdrehen und auf der Axe der kleineren lassen sich die Apparate befestigen, mit welchen man experimentiren will. Vergl. z. B. Art. Abplattungsmodel. Setzt man eine mit Flüssigkeit zum Theil gefüllte Glaskugel auf, so drängt sich die Flüssigkeit am Aequator der Kugel zusammen und bildet daselbst einen Ring. Es versteht sich von selbst, dass man statt der beiden Scheiben auch ein Räderwerk als Centrifugalmaschine gebrauchen kann.

Centrifugalpendel oder Kegelpendel oder conisches Pendel besteht aus einem unbiegsamen Körper, der sich um einen Punkt so bewegt, dass sein Schwerpunkt einen Kreis beschreibt, während die von dem Schwerpunkte nach jenem Punkte gehende gerade Linie den Mantel eines geraden Kegels mit verticaler Axe, dessen Spitze jener Punkt ist, durchläuft. Der Centrifugalregulator an Dampfmaschinen ist ein solches Pendel. Sieht man von dem Widerstande im Muffe und dem Gewichte der Stäbe ab, an welchen eine Kugel angehängt ist und sich im Centrifugalpendel bewegt, so ist

$$\cos\alpha = \frac{g\,t^2}{4\,a\,n^2\,\pi^2} = \frac{g}{a\,.\,w^2},$$

wenn die Kugel in t Secunden n Mal um die Spindel, an welcher die Aufhängung ausgeführt wird, schwingt oder die Winkelgeschwindigkeit $= w$ ist; a die Länge von dem Aufhängepunkte bis zum Schwerpunkte der Kugel, α den Winkel, welchen die von dem Aufhängepunkte nach dem Schwerpunkte gehende Gerade mit der Spindel bildet, und g die Acceleration beim freien Falle bedeutet.

Ist die Entfernung des Schwerpunktes von dem Aufhängepunkte ein Mal a und ein anderes Mal a_1 und ist beide Mal die Anzahl der Umläufe in derselben Zeit gleich gross, so ist

$$\cos\alpha : \cos\alpha_1 = a_1 : a.$$

Macht dieselbe Kugel bei ungeänderter Länge der Aufhängung in der Zeit t ein Mal n und ein anderes Mal n_1 Umläufe, so ist

$$\cos\alpha : \cos\alpha_1 = {n_1}^2 : n^2.$$

Ist T die Zeit eines Umlaufes, also $n = 1$ für $t = T$, so ist

$$\cos\alpha = \frac{g\,T^2}{4\,a\,\pi^2}, \text{ also } T = 2\pi\sqrt{\frac{a\,.\cos\alpha}{g}},$$

d. h., da $a . cos\,\alpha$ die Kegelhöhe des Centrifugalpendels für den $\angle\,\alpha$ ist. Die Umdrehungszeit eines einfachen Centrifugalpendels ist doppelt so gross, als die Schwingungszeit eines einfachen gewöhnlichen Pendels, dessen Länge gleich der Kegelhöhe ist.

Centrifugalpumpe ist eine Wasserhebungsmaschine, welche sich auf die Centrifugalkraft einer rotirenden Wassermasse gründet. Bei der Centrifugalsaugpumpe steht ein verticales Rohr, welches oben horizontale Arme hat, mit dem unteren offenen Ende im Wasser und wird um seine verticale Axe gedreht. Ist das Rohr gefüllt, so wird durch die Centrifugalkraft das Wasser aus den Armen herausgeschleudert; dadurch würde in dem verticalen Rohre ein leerer Raum entstehen, folglich wird von unten Wasser nachgedrückt, und die Pumpe arbeitet ohne Unterbrechung weiter, während bei der gewöhnlichen Pumpe nur eine intermittirende Wirkung stattfindet. Ungeachtet dieses Vortheils steht die Centrifugalpumpe den gewöhnlichen Pumpen nach, weil sie mit bedeutendem Kraftverluste arbeitet, und nur da verdient sie den Vorzug, wo ein ununterbrochener Ausfluss nothwendig ist.

Centrifugalregulator ist eine Anwendung des Centrifugalpendels (s. d. Art.) zur Regulirung des Ganges einer Maschine, z. B. einer Dampfmaschine, calorischen Maschine etc. Gewöhnlich besteht dieser Regulator aus zwei Pendeln mit gleich schweren Kugeln, an derselben Spindel einander gegenüberhängend und beide ein an der Spindel verschiebbares Gewicht haltend, indem von jeder Pendelstange ein an dem Gewichte und an der Stange eingelenkter Stab ausgeht. Dies Gewicht rutscht an der Spindel je nach der Rotationsgeschwindigkeit hin und her und setzt dadurch einen Hahn der Maschine oder ein Ventil in Bewegung, wodurch der Gang der Maschine beschleunigt oder gemässigt wird, indem nun bei der Dampfmaschine ein vermehrter oder verminderter Dampfzufluss veranlasst wird.

Centripetalkraft nennt man die bei einer Centralbewegung nach dem Centrum hinziehende Kraft. Vergl. Art. Centralkraft.

Centriren bezeichnet bei einem optischen Instrumente, welches aus mehreren Gläsern zusammengesetzt ist, welche in einer geraden Linie stehen, die Gläser so einstellen, dass ihre Axen in eine gerade Linie fallen. Es ist dies z. B. bei einem Fernrohre unumgänglich nöthig. Von einzelnen Gläsern sagt man, dass sie richtig centrirt seien, wenn sie ihren optischen Mittelpunkt in ihrer Axe haben. Solche Gläser müssen in jedem Kreise, dessen Mittelpunkt in ihre Axe fällt, durchaus gleich dick sein. S. Linsenglas. H.

Centrum oder Mittelpunkt erhält in der Physik unter bestimmten Verhältnissen eine darauf bezügliche Nebenbezeichnung und führen wir davon hier einige an:

a) Optisches Centrum oder optischer Mittelpunkt heisst bei einem Linsenglase ein Punkt von der Eigenschaft, dass jeder

durch ihn gehende Strahl parallel dem auf der Vorderfläche einfallenden Strahle auf der Hinterfläche austritt, so dass man bei nicht zu bedeutender Dicke der Linse einen solchen Strahl als ungebrochen durchgehend ansehen kann. Einen durch den optischen Mittelpunkt gehenden Strahl nennt man einen Hauptstrahl. Sind die beiden Linsenflächen mit demselben Radius geschliffen, so liegt der optische Mittelpunkt in der Mitte der Linse; sind die Radien ungleich und bedeutet R den der Vorder- und r den der Hinterfläche, d aber die auf der Axe gemessene Dicke der Linse, so ist der Abstand desselben von der Vorderfläche $= \frac{dR}{R + r}$. Bei einem sphärischen Spiegel nennt man die Mitte desselben wohl auch den optischen Mittelpunkt, während man den Mittelpunkt der Kugel den geometrischen nennt.

b) Phonisches Centrum nennt man beim Echo den Ort, von welchem der Schall ausgeht.

c) Phonokamptisches Centrum nennt man beim Echo den Ort, nach welchem hin die Schallstrahlen zurückgeworfen werden und an welchem man also das Echo wahrnimmt. Meistens fallen das phonische und phonokamptische Centrum zusammen.

d) Centrum oder Mittelpunkt der Resultirenden, s. Art. Bewegungslehre. V. 2.

Cers oder **Circius** der Alten, s. Art. Mistral.

Chamsin heisst in Egypten der heisse von der Wüste kommende Wind. Derselbe weht namentlich in den 50 Tagen vom 29. April bis zum 18. Juni und hat hiervon seinen Namen, indem Chamsin in der koptischen Sprache 50 bedeutet.

Charlière ist ein mit Wasserstoffgas oder überhaupt mit einem Gase, welches specifisch leichter als die atmosphärische Luft ist, gefüllter Luftballon. Vergl. Art. Luftballon.

Chemie, s. Art. Naturlehre.

Chemisch-electrische Theorie, s. Art. Theorie, electrochemische.

Chemische Harmonika, s. Art. Harmonika, chemische.

Chemische Strahlen, s. Art. Chemische Wirkungen des Lichtes.

Chemische Wirkungen der Electricität bestehen sowohl in Zersetzungen, als Verbindungen. Die Zersetzung des Wassers durch den galvanischen Strom wurde zuerst 1800 in England von Carlisle und Nicholson, in Deutschland von Ritter wahrgenommen. Sind die Enden der Schliessungsdrähte von einem Metalle, welches sich nicht mit dem Sauerstoffe verbindet, z. B. von Platin, so erhält man am negativen Pole Wasserstoffgas und am positiven Sauerstoffgas. — Im Jahre 1807 gelang H. Davy die Zersetzung der Alka-

lien. Bei Zerlegung der Oxyde tritt das Radical am negativen, der Sauerstoff am positiven Pole auf. Bei Zersetzung von Salzen ist es verschieden, z. B. bei schwefelsaurem Kupferoxyde scheidet sich das Kupfer am negativen Pole aus; ebenso das Zink beim Zinkvitriole; essigsaures Bleioxyd hingegen giebt am negativen Pole zwar Blei, aber am positiven Bleihyperoxyd, und bei schwefelsaurem Kali, schwefelsaurem Natron, schwefelsaurer Magnesia erhält man am negativen Pole die Basis, am positiven die Säure, ausserdem am positiven Sauerstoff, am negativen Wasserstoff. Bei Chlor-, Jod- und Brom-Metallen wird das Metall am negativen, Chlor, Jod und Brom am positiven Pole ausgeschieden. — Verbindungen treten z. B. bei der Wasserzersetzung ein, wenn das Ende des positiven Schliessungsdrahtes kein edles Metall ist. — Auf der chemischen Wirkung des galvanischen Stromes beruht z. B. die Galvanoplastik, worüber der besondere Artikel zu vergleichen. Vergl. Art. Galvanismus. C.

Die chemische Wirkung der Reibungselectricität zeigt sich bei der electrischen Entladung in der Oxydirung von Metallen, z. B. von Kupfer- oder Eisendrähten, in der Zersetzung z. B. von Zinnober, von vielen Flüssigkeiten, z. B. Schwefeläther, Olivenöl, Terpentinöl, Alkohol, Auflösung von Kupfervitriol, Jodkalium, Glaubersalz etc. Hierher gehört auch die Bildung von Salpetersäure in der Luft beim Blitze und durch den electrischen Flaschenfunken, desgleichen die Bildung von Ozon. Salzsäuredampf wird in Wasserstoff und Chlor zersetzt; aus Kohlenwasserstoff wird Kohle abgeschieden.

Die Zersetzung zusammengesetzter Stoffe nennt man nach Faraday die Electrolyse und die direct zersetzten Stoffe Electrolyte. Bei der Electrolyse durch Reibungselectricität ist die Zersetzung nur auf die beiden Stellen beschränkt, an welchen der Schliessungsbogen in die zu zersetzende Substanz eintaucht. Der Electrolyt besteht immer aus einem positiv und einem negativ electrischen Bestandtheile, auf welche bei der Electrolyse gleichzeitig von beiden Polen (Electroden) eingewirkt wird, indem jeder Pol den entgegengesetzten Bestandtheil anzieht und den gleichartigen abstösst. Hierdurch wird zugleich eine eigenthümliche Thätigkeit oder Wanderung der Bestandtheile im Innern des Electrolyten angeregt, wodurch an den Polen das Freiwerden der Bestandtheile herbeigeführt wird.

Chemische Wirkungen des Lichtes bestehen sowohl in Zersetzungen als Verbindungen. Chlorgas und Wasserstoffgas zu gleichen Theilen in ein farbloses Glas gebracht, verbinden sich im Tageslichte langsam, in directem Sonnenlichte schnell unter Verpuffung zu Salzsäure; hingegen wird frisch bereitetes Chlorsilber vom Sonnenlichte zersetzt, indem unter Schwärzung ein Theil des Silbers mit dem übrigen Chlorsilber eine Verbindung mit Ueberschuss von Silber eingeht. Das farbige Licht zeigt eine sehr verschiedene chemische Kraft. Im Spectrum (s.

Art. Farben und Spectrum) ist die Wirkung um so stärker, je näher die Farbe dem violetten Ende liegt, ja selbst noch jenseits des sichtbaren violetten Randes. Man nennt daher das violette Ende des Spectrums überhaupt das chemische. Chlorgas und Kohlenoxydgas vereinigen sich unter Einwirkung des Lichtes zu Phosgengas. Gesättigtes Chlorwasser giebt dem Lichte ausgesetzt unter Freiwerdung von Sauerstoffgas Salzsäure. Wie Chlorsilber verhalten sich Jod- und Brom-Silber. Hierauf beruht die Photographie, worüber das Nähere in einem besonderen Artikel. Eine mit Jod blau gefärbte Auflösung von Stärkemehl in kochendem Wasser verliert ihre Farbe unter Bildung von Hydriodsäure. Das Bleichen der meisten vegetabilischen Farben durch das Licht gehört hierher. Diese Farben haben nämlich zur Grundlage Pigmente, welche vorzugsweise aus Wasserstoff und Kohlenstoff bestehen; unter Einwirkung des Lichtes nehmen sie Sauerstoff aus der Atmosphäre auf, oxydiren sich und ändern dabei ihre Farbe oder verlieren sie gänzlich. Andere Pflanzensubstanzen werden hingegen anstatt entfärbt, vielmehr anders gefärbt, z. B. Papier, welches mit der Auflösung von Guajakharz in Weingeist befeuchtet ist, wird durch blaues oder farbloses Licht grün, und rothes Licht verwandelt die grüne Farbe wieder in Gelb. — Die chemischen Lichtstrahlen hat Draper tithonische genannt.

Die chemische Wirkung des Lichtes hat Draper als in einer Absorption der Lichtstrahlen bedingt nachzuweisen gesucht; Gay-Lussac und Thenard schrieben früher dieselbe einer durch das Licht veranlassten Temperaturerhöhung zu; am wahrscheinlichsten ist, dass durch die Schwingungen des Lichtes die Anordnung der Atome eine Veränderung erleidet. Hierfür sprechen namentlich die Fluorescenzerscheinungen, worüber das Nähere im Art. Fluorescenz.

Instrumente zur Bestimmung der Intensität und Quantität der chemischen Lichtstrahlen hat man Aktinometer (s. d. Art.) genannt; Draper hat einem von ihm angegebenen Instrumente den Namen Tithonometer beigelegt. In der mehr oder minder starken Färbung des Chlorsilbers in gleichen Zeiten hat man einen Anhalt zur Bestimmung.

Chemische Wirkungen der Wärme bestehen sowohl in Zersetzungen als Verbindungen. Die Wärme ist ein Hauptmittel des Chemikers, und muss daher hier auf die speciellen chemischen Werke verwiesen werden. Als Beispiele führen wir nur an die Zersetzung des rothen Quecksilberoxyds in Quecksilber und Sauerstoff beim Erhitzen und die Oxydation des Eisens beim Glühen in der Luft.

Chiltram (Bild) nennt man in Indien das Phänomen der Luftspiegelung.

Chinesische Puppe oder **Treppenläufer**, s. Art. Burzelmännchen.

Chinesische Spiegel sind Metallspiegel aus einer Composition von

Zinn und Kupfer, sogenanntem chinesischen Silber, die auf der Rückseite Figuren haben, welche bei Reflexion der Sonnenstrahlen von der polirten Vorderfläche auf der die reflectirten Strahlen auffangenden Wand erscheinen. Brewster meint, dass die Figuren auf der Rückseite des Spiegels nur angebracht seien, um irre zu führen; diese seien nur eine Copie von Zeichnungen auf der Vorderseite, welche durch Schleifen so versteckt seien, dass sie im gewöhnlichen Lichte unsichtbar bleiben und nur im Sonnenlichte hervortreten.

Chladnische Figuren sind die sogenannten Klangfiguren, worüber ein besonderer Artikel handelt.

Chlorophan oder Pyrosmaragd ist röthlich violetter Flussspath und wird namentlich bei Nertschinsk gefunden; in physikalischer Hinsicht erregt derselbe durch seine phosphorescirende Eigenschaft Interesse, nämlich auch nur einige Minuten lang dem Sonnen- oder Kerzenlichte ausgesetzt behält er Wochen lang das Vermögen im Dunkeln zu leuchten, und wenn er es allmälig verliert, so reicht die Wärme der Hand noch längere Zeit hin, um es wieder hervorzurufen. Hat der Stein einige Monate im Dunkeln gelegen, so reicht die Wärme der Hand nicht hin ihn phosphorescirend zu machen, sondern die Erwärmung muss wenigstens bis 55° C. steigen, worauf sich die Phosphorescenz sogar unter Wasser zeigt. Vgl. Art. Phosphorescenz.

Chorographie nennt man die Einleitung in die physikalische Geographie, in welcher die Oberfläche der Erde nur nach der Vertheilung des Festen und Flüssigen, nach den Erhebungen und Vertiefungen etc. beschrieben wird.

Chromadot nennt der Mechanicus Hoffmann in Leipzig ein von ihm erfundenes Inflexioskop, d. h. ein Instrument, welches die durch Beugung oder Inflexion des Lichtes erzeugten Farben auf bequeme und anschauliche Weise zur Darstellung bringt. Das Instrument besteht im Wesentlichen aus einer polirten Stahlplatte, auf welcher mittelst einer guten Theilmaschine mit einem Diamanten feine Linien in gleichen Abständen (3000 auf 1 par. Zoll) eingerissen sind. Die Stahlplatte ist um eine horizontale Axe drehbar und liegt im Innern eines etwa 1 Zoll hohen Cylinders, dessen eine verticale Kreisfläche in 360 gleiche Theile getheilt ist, so dass der Punkt $32^1/_2{}^0$ vertical über der Axe liegt. Am Nullpunkte der Eintheilung ist in der Richtung des Cylinderradius ein 8 Zoll langes Rohr ohne Gläser angebracht, welches am unteren Ende eine Blendung mit einer der liniirten Fläche gleichen Oeffnung hat, und bei dem 65.° ist in der Cylinderfläche ein Spalt, der durch einen Schieber weiter oder enger gemacht werden kann. Ein senkrecht auf der Stahlplatte stehender, an der Axe aussen angebrachter Zeiger durchläuft bei Drehung der Axe die Eintheilung und giebt den Reflexionswinkel an. Bei der Beobachtung lässt man Licht durch die Spalte fallen und beobachtet durch das Rohr das auf der in verschiedene Stellungen gebrach-

ten Stahlplatte eintretende Phänomen, wobei man für jede Farbe die zugehörigen Winkel messen kann.

Chromaskop nannte Lüdicke ein Instrument zur Bestimmung des Brechungsverhältnisses der verschiedenen farbigen Lichtstrahlen. — Gilberts Annal. Bd. 36. S. 127.

Chromatik oder die Untersuchung des farbigen Lichtes, s. Art. Farbe.

Chromatische Abweichung oder Abweichung wegen der Brechbarkeit der Lichtstrahlen läuft darauf hinaus, dass wegen der verschiedenen Brechungsexponenten der verschiedenen Farben im weissen Lichte bei der Brechung des weissen Lichtes in Linsengläsern jede Farbe eine andere Brennweite erhält, also keine Vereinigung aller Farben in einem und demselben Punkte eintritt, wodurch die erzeugten Bilder nicht ganz rein, sondern mit einem farbigen Saume erscheinen. Vergl. Art. Farben, Art. Achromatismus und Art. Fernrohr III.

Chromatische Polarisation bezeichnet das Auftreten von Farben bei doppeltbrechenden Krystallplatten im polarisirten Lichte, s. Art. Polarisation des Lichtes.

Chromatische Tonleiter nennt man die nach halben Tönen durch die ganze Octave fortschreitende Tonleiter, während die Tonleiter, bei welcher zuerst zwei ganze Töne auf einander folgen, dann ein halber Ton kommt, auf welchen drei ganze Töne folgen, und endlich ein halber Ton die Octave schliesst, die diatonische Tonleiter heisst. Vergl. Art. Ton und ausserdem wegen der enharmonischen Fortschreitung Art. Fortschreitung.

Chromatodysopsie oder Chromatometablepsi oder Chromatopseudopsie ist gleichbedeutend mit Achrupsie. S. diesen Artikel.

Chromatoskop, eine Verbesserung des Kaleidoskop (s. d. Art.), welche darin besteht, dass als Object eine drehbare Walze mit verschiedenen bunten Gegenständen angebracht ist.

Chromatrop ist eine an der *Laterna magica* und an Nebelbilder-Apparaten häufig angebrachte Vorrichtung zur Erzeugung eines Farben- oder Linienspieles. Es gehören hierzu zwei concentrische, mit geometrischen Figuren, z. B. Sternen, bemalte ebene Glasscheiben, welche sich mittelst einer Kurbel an einem Doppelwürtel in entgegengesetzter Richtung drehen lassen.

Chromometer ist ein von Field verfertigtes Instrument, welches aus drei Glasprismen besteht, von denen das eine mit Krapptinctur, das andere mit einer Lösung von blauem schwefelsauren Kupferoxyd und das dritte mit Safrantinctur gefüllt ist. Fällt ein Lichtstrahl durch alle drei, so erscheint er weiss, während je zwei verbunden die zugehörige Mischfarbe geben. Aehnlich ist es, wenn man vor das eine Auge das eine

und vor das andere Auge eines der anderen Prismen setzt und nun nach einem Gegenstande blickt.

Chronhyometer nannte Landriani ein kostspieliges, aber unsicheres Instrument, welches er geeignet hielt, die Zeit des Regnens zu messen.

Chronograph heisst ein Instrument zur Messung sehr kleiner Zeitabschnitte, z. B. $^1/_{500}$ Secunde. Man will sogar $^1/_{500000}$ Secunde gemessen haben. S. Art. Chronoskop.

Chronologie ist die Wissenschaft, welche sich mit der Zeitmessung beschäftigt. Sie zerfällt in die theoretische Chronologie, welche die astronomische Grundlage für die Zeitmessung bietet, und in die praktische, welche von der zu verschiedenen Zeiten und bei den verschiedenen Nationen zur Ausführung und Geltung gekommenen Zeitmessung, also namentlich von den verschiedenen Kalendern, handelt.

Chronometer (Zeitmesser) ist eine zu genauen Zeitmessungen, z. B. zu astronomischen Zwecken, bestimmte Federuhr. Da das Chronometer namentlich zur See benutzt wird, um die Länge zu ermitteln, so nennt man dasselbe auch Seeuhr oder Längenuhr. Ein Chronometer in Form einer Taschenuhr heisst Taschenchronometer; ist dasselbe aber in ein cylinderförmiges, stehendes Gehäuse eingeschlossen, so bekommt es den Namen Poxchronometer. Die Einrichtung ist dieselbe, wie bei den Taschenuhren; abweichend ist nur die Verbindung des Steigrades mit der Unruhe oder dem Balancier, also die Art der Hemmung oder des Echappements. Hat das Chronometer ausser der in der Trommel liegenden Feder noch ein Schneckenrad mit Kette, so wendet man die sogenannte freie Hemmung an; fehlt das Schneckenrad nebst Kette, so muss die sogenannte freie Hemmung mit constanter Kraft zur Verwendung kommen. Ueber die Hemmung s. Art. Hemmung, ausserdem vergl. Art. Uhr. Wegen der Unruhe vergl. Art. Compensationsunruhe.

John Harrison (geb. 1693, gest. 1776) verfertigte zuerst eine befriedigende Seeuhr, welche Byrons Weltumseglung mitmachte und sich dabei in ihrem Gange so gleichförmig erwiesen hatte, dass Harrison die Hälfte des von dem englischen Parlament auf die Construction einer gleichmässig gehenden, tragbaren Seeuhr ausgesetzten Preises von 20,000 Pfd. St. erhielt.

Chronoskop ist ein Instrument zum Messen sehr kleiner Zeittheile. Wheatstone construirte zuerst ein solches Instrument mit Benutzung des electrischen Stromes, welches noch $^1/_{100}$ Secunde messen lässt; wesentlich vervollkommnet hat dasselbe aber der Mechanicus Hipp zu Reutlingen, so dass man noch $^1/_{500}$ Secunde mit Sicherheit messen kann. Das letztere Chronoskop (s. Poggend. Annal. Bd. 74. S. 589) besteht aus einem Uhrwerke mit zwei Zifferblättern und zwei Zeigern, welches durch ein Gewicht bewegt wird. Ein gezahntes Rädchen und eine

Feder, welche 1000 Schwingungen in einer Secunde macht, bilden die Hemmung (s. Art. Hemmung), so dass das Rädchen bei jeder Schwingung um einen Zahn weiter geht. Der eine Zeiger zeigt $^1/_{10}$, der andere $^1/_{1000}$ Secunde an. Die Hemmung veranlasst einen Ton, wie eine Sirene (s. d. Art.), an dessen Gleichförmigkeit man den gleichmässigen Gang erkennt. Nun steht mit dem Uhrwerke ein Electromagnet so in Verbindung, dass, ohne den gleichförmigen Gang des Uhrwerks zu hindern, die Zeiger stillstehen, so wie ein electrischer Strom durch den Electromagneten geht, die Zeiger aber sich bewegen, so lange der Strom unterbrochen ist. Die Zeiger geben also die Zeit der Stromunterbrechung an.

Man hat mit dem Chronoskop sehr befriedigende Resultate über die Fallzeit der Körper erhalten, und ebenso hat sich dasselbe praktisch erwiesen, um die Geschwindigkeit von Geschossen zu ermitteln.

Chryophor, s. Art. Kryophor.

Chrysotypie nannte J. Herschel eine Abart des Photographirens auf Papier, wobei dies mit einer Goldlösung präparirt war.

Circularmagnetismus bezeichnet die Wirkung des magnetischen Stromes, welcher den Schliessungsdraht einer galvanischen Kette in einer Schraubenlinie umkreist.

Circularpolarisation oder Kreispolarisation des Lichtes. Eine senkrecht zur Axe geschnittene Bergkrystallplatte zeigt, wenn man sie in den Polarisationsapparat setzt, bei Drehung des Analyseurs Farbenveränderungen in der Ordnung der Farben des Spectrums, aber bei einigen Bergkrystallen ist eine rechts-, bei anderen eine linksgehende Drehung erforderlich, um die Veränderung von Roth in Orange, Gelb etc. zu erhalten, so dass man rechts- und linksdrehende Bergkrystalle unterscheidet. Die Stellung des Analyseurs ist bei derselben Stellung von Platten, welche aus demselben Krystalle geschnitten sind, abhängig von der Dicke und zwar steht die erforderliche Drehung mit derselben in directem Verhältnisse. Diese Erscheinung bezeichnet man als circulare Polarisation. An festen Körpern zeigt ausser Bergkrystall die circulare Polarisation nur noch chlorsaures Natron und zwar ist dies rechtsdrehend. Von den Flüssigkeiten gehören viele hierher. Linksdrehende Flüssigkeiten sind: Terpentinöl, Kirschlorbeerwasser, Auflösungen von Gummi arabicum und Inulin; rechtsdrehende: Zuckersyrup, Citronöl, alkoholische Auflösungen von Kampher, Dextrin, Auflösung von Weinsteinsäure. Von der Traubensäure giebt es eine rechts- und eine linksdrehende Art. — Aus der Grösse der Drehung kann man auf den Gehalt der Flüssigkeit an dem drehenden Stoffe schliessen, und hierauf gründet sich z. B. das Saccharometer von Soleil.

Die Erklärung der Erscheinung beruht auf der Annahme eines circular-polarisirten Strahles, d. h. eines Strahles, bei welchem das Aethertheilchen eine rechts oder links laufende Schraubenlinie auf einem

im Querschnitte kreisförmigen Cylinder beschreibt. Ein solcher Strahl lässt sich auf zwei lineare, rechtwinkelig zu einander polarisirte Strahlen von gleicher Wellenlänge zurückführen, von denen der eine dem andern um $^{1}/_{4}$ Wellenlänge vorausgeeilt ist, und zwar hängt die Drehung nach Rechts oder Links davon ab, welcher der beiden Strahlen vorauseilt.

Circularpolarisation der Wärme (vergl. Circularpolarisation des Lichtes) hat Forbes mittelst eines aus Steinsalz verfertigten Rhomboeders, dessen spitze Winkel 54° betrugen, nachgewiesen. Stand die Polarisationsebene senkrecht auf der Ebene der totalen Reflexion (s. Art. Brechung des Lichts. I.), so zeigte sich die austretende Wärme circular polarisirt. Bildeten die Ebenen einen Winkel von 45°, so verschwand die Polarisation völlig. Melloni gelang der Nachweis mit senkrecht auf die Axe geschnittenen Quarzplatten; de la Provostaye und Desaines mit Terpentinöl und Zuckerlösung.

Circularpolarisirter Strahl, s. Art. Circularpolarisation des Lichtes.

Circularpolarität, electromagnetische, bedeutet das magnetische Verhalten des Schliessungsdrahtes einer galvanischen Kette, indem es so ist, als ob jeder Punkt desselben zugleich Nord- und Südpol wäre, nur nach tangential entgegengesetzter Richtung wirkend.

Cirrocumulostratus bezeichnet nach Luke Howard's Terminologie für die Wolkenformen die eigentliche Regenwolke oder den Nimbus.

Cirrocumulus bezeichnet nach Howard die federige Haufenwolke, die sogenannten Schäfchen oder Lämmchen. Vergl. Haufenwolke.

Cirrostratus bezeichnet nach Howard die federige Schichtwolke. Im Zenith erscheint der Cirrostratus als eine aus einer Menge zarter Wolken zusammengesetzte Schicht, im Horizonte als eine lange dichte Wolke von geringer Höhe. Vergl. Schichtwolke.

Cirrus bezeichnet nach Howard die Federwolke, die sehr verschiedenes Aussehen hat und bald als ein feiner weisslicher Federpinsel erscheint, bald gekräuselten Locken gleicht, bald netzförmig durchkreuzt sich darstellt.

St. Clarasfeuer, s. Art. Eliasfeuer.

Clarinette, die, gehört zu den musikalischen Instrumenten, welche aus einem Rohre mit einer Zungenpfeife bestehen. Sie ist aus Holz gefertigt und besteht aus dem Mundstücke, dem Kopfstücke (Birne), zwei Mittelstücken und aus dem Schalltrichter. Der wesentlichste Theil ist das Mundstück, ein von sehr hartem Ebenholze oder Cocosholze gearbeiteter Schnabel mit sehr eben geschliffener Bahn, auf welcher ein eben geschliffenes Blatt von spanischem Rohre liegt, welches unten mit dem Schnabel in fester Verbindung steht, oben aber an der Schnabelspitze eine feine Spalte lässt. Der Ton entsteht nicht allein durch

das Einblasen durch die Spalte, sondern wird auch durch die Vibrationen des Blattes bedingt.

Clarke's Gebläse, s. Art. Knallgasgebläse.

Clarke's Maschine ist eine Inductionsmaschine, s. d. Art.

Claviatur ist ein aus Hebeln, Tasten, bestehender Theil namentlich musikalischer Instrumente, durch deren Andrücken an einer bestimmten Stelle ein Anschlag oder eine Bewegung und dadurch z. B. das Ansprechen von Saiten oder von Pfeifen etc., bewirkt wird. Die Orgel hat zwei Claviaturen, von denen die mit den Händen behandelte das Manual, die mit den Füssen bearbeitete das Pedal heisst. — Man hat z. B. auch Claviaturen an Setzmaschinen, an Telegraphen etc.

Clavicylinder nannte Chladni ein von ihm erfundenes musikalisches Instrument, bei welchem Stäbe durch Reibung zum Vibriren und dadurch zum Tönen gebracht wurden. Chladni hatte Glasstäbe; Dietz bildete das Instrument nach und nannte es Melodion oder Panmelodion; Buschmann baute ein solches Instrument (von Holzstäben?), welches er Terpodion nannte. Kaufmann benutzte in seinem Harmonichord Saiten. Das Streichen wurde mit einer besonderen Walze, Streichwalze, ausgeführt.

Clavier, das, gehört zu denjenigen Saiteninstrumenten, bei denen auf einem Resonanzboden für jeden einzelnen Ton eine oder auch zwei bis drei gleichgestimmte Saiten ausgespannt sind, wie dies auch z. B. bei der Harfe der Fall ist. Das Pianoforte ist ein vervollkommnetes Clavier. Bei anderen Saiteninstrumenten ist die Anzahl der Saiten eine beschränkte, z. B. bei der Geige, und es werden die verschiedenen Töne auf diesen wenigen durch Verkürzung oder Verlängerung des zum Schwingen kommenden Theiles der Saite bestimmt.

Coelison hiess ein von Maslosky verfertigtes unvollkommenes musikalisches Instrument, ähnlich einem aufgerichteten Flügel mit Saiten, aber diese wurden nicht direct durch Hämmer angeschlagen, sondern kamen zum Tönen durch horizontale, an ihnen befestigte, runde Fischbeinstäbchen, die der Länge nach mit den Fingern gestrichen wurden. Der Spieler hatte lederne, mit Colophoniumpulver eingeriebene Handschuhe an.

Coercibel ist in der Physik der Gegensatz von permanent. Ein luftförmiger Körper heisst coercibel, wenn man ihn tropfbarflüssig zu machen vermag; hingegen permanent, wenn dies noch nicht gelungen ist. Vergl. Art. Dampf und Gas.

Coercitivkraft bezeichnet die Kraft, welche bei der Annahme von zwei Flüssigkeiten oder bereits magnetischen Massentheilchen zur Erklärung der magnetischen Erscheinungen sowohl der Trennung als der Vereinigung des Magnetismus nach erfolgter Trennung entgegenwirkt. In verschiedenen Körpern müsste die Coercitivkraft von verschiedener Stärke sein, namentlich im weichen Eisen viel schwächer, als im Stahle.

Vielleicht beruht auch die Fluorescenz und Phosphorescenz auf einer ähnlichen Kraft, so dass der Unterschied beider nur darin bedingt wäre, dass die Coercitivkraft hier stärker wäre, als dort. Vergl. Art. Fluorescenz und Magnetismus. II.

Cohärenz, s. Art. Cohäsion.

Cohäsion, Cohärenz, Zusammenhang oder Zusammenhalt bezeichnet das Zusammenhalten der Theile eines und desselben Körpers. Auf der Stärke der Cohäsion beruht der Unterschied der verschiedenen Aggregatsformen. Zur Erklärung der Cohäsion hat man eine besondere Kraft, die Cohäsionskraft, angenommen; neben derselben muss aber in jedem Körper noch eine Abstossungskraft, die Expansivkraft, vorhanden sein, weil es sich sonst nicht erklären lässt, wie derselbe Stoff in den verschiedenen Aggregatsformen auftreten kann. Zu vergleichen sind die Art. Abstossung, Aggregatsform und auch Adhäsion. Adhäsion und Cohäsion werden oft verwechselt. Von den Erscheinungen, welche durch gleichzeitige Wirkung der Adhäsion und Cohäsion veranlasst werden, findet sich das Nähere im Art. Adhäsion. Wegen des verschiedenen Grades der Cohäsionskraft bei festen Körpern vergl. Art. Festigkeit.

Cohäsionskraft, s. Cohäsion.

Cohäsionsplatten werden fälschlich bisweilen die Adhäsionsplatten genannt. S. Art. Adhäsion.

Cohobation bedeutet die mehrmalige Destillation einer Flüssigkeit.

Coincidenz bezeichnet das gleichzeitige Eintreten bestimmter Zustände, z. B. bei Schwingungen des Pendels, bei Tonschwingungen etc.

Coliren, Durchseihen, s. Art. Filtriren.

Collectivglas oder **Collectivlinse** bedeutet im Allgemeinen soviel wie Sammelglas; vergl. Art. Linsenglas. Im Besonderen versteht man darunter eine Convexlinse, durch welche bereits convergirende Strahlen noch stärker convergirend gemacht werden. Vergl. Art. Mikroskop und Fernrohr.

Collector bedeutet Ansammler und ist ein Bestandtheil des bei der Electricität benutzten Condensators. Das Nähere im Art. Condensator.

Collimation bezeichnet eigentlich das Zusammenstellen zweier Linien, man versteht aber namentlich darunter die Uebereinstimmung der Angabe eines Winkelmessinstrumentes mit der wirklichen Grösse des gemessenen Winkels.

Collimationsfehler ist die Grösse der Abweichung von der bei der Collimation geforderten genauen Uebereinstimmung.

Collimator ist ein Apparat zur Untersuchung der Collimation und Ermittelung des Collimationsfehlers bei einem Winkelmessinstrumente, z. B. bei einem Mittagsfernrohre oder einem Meridiankreise.

Colorigrade, das, nannte Biot ein Instrument zur Bestimmung von Farbenabstufungen. Die Basis bilden die Polarisationsfarben.

Combinationston. Lässt man zwei wenig verschiedene Töne gleichzeitig erklingen, so zeigt sich ein abwechselnd Stärker- und Schwächerwerden des Tones, ein Stossen (vergl. Art. Battements). Sind die Töne mehr verschieden, so bildet sich durch die Stösse ein tieferer Ton, ein sogenannter Combinationston oder Tartinischer Ton. Man bringt diese Töne leicht hervor durch zwei Orgelpfeifen, oder durch zwei Töne des Claviers, zu welchen lange Saiten gehören. Die Töne *c* und *g* derselben Octave geben z. B. die nächst niedere Octave von *c*, da alle dritten Schwingungen von *g* mit den zweiten von *c* zusammenfallen, da das Schwingungsverhältniss von $c : g = 2 : 3$ ist; es macht also der neu entstandene Ton eine Schwingung, wenn *c* deren 2 und *g* deren 3 zurücklegt. Der neu entstandene Ton kann sich mit den übrigen gleichzeitig erklingenden wieder combiniren, so dass noch mehrere Töne entstehen. G. A. Sorge achtete zuerst 1740 auf die Combinationstöne; erfolgreicher waren die Beobachtungen Tartini's 1754; Thomas Young erkannte 1801 zuerst den Zusammenhang zwischen diesen Tönen und den Stössen; neuerdings hat Helmholtz (Poggend. Annal. Bd. 99. S. 497) sich namentlich hiermit beschäftigt.

Communicationsrohr ist ein cylindrisches Rohr, durch welches zwei an den Mündungen befindliche Personen mit einander sprechen können, deren Unterhaltung ohne dies Mittel von ihrem Standpunkte aus entweder unmöglich oder wenigstens sehr erschwert wäre. Es beruht die Wirkung zunächst darauf, dass die sphärische Ausbreitung der Schallwellen und die damit verbundene Schwächung derselben beim Fortschreiten durch das Rohr verhindert wird. Man wendet solche Röhren namentlich in grösseren Gebäuden und auf Schiffen an.

Communicirende Gefässe oder **Röhren** nennt man zwei oder mehrere Gefässe, die mit einander so in Verbindung stehen, dass eine Flüssigkeit, welche man in das eine giesst, frei in die anderen fliessen kann. Ein einzelnes dieser Gefässe heisst ein Schenkel der communicirenden Röhren. Die Giesskannen, die Lampen mit besonderem Oelkasten etc. sind beispielsweise communicirende Gefässe. Als Gesetz gilt: Wenn communicirende Gefässe mit einer und derselben Flüssigkeit gefüllt sind, so liegen alle Oberflächen in ein und derselben Horizontalfläche, von welcher Gestalt die Schenkel auch sein mögen. Hieraus erklärt sich, warum in Brunnen in der Nähe von Gewässern, mit denen sie communiciren, das Wasser mit diesen in demselben Niveau steht; ebenso finden hierin die sogenannten Bohrbrunnen oder artesischen Brunnen (s. Art. Brunnen, artesische) ihre Erklärung; desgleichen gründet sich die Canalwaage (s. d. Art.) auf dies Gesetz etc. — Giesst man in communicirende Gefässe erst eine Flüssigkeit, so dass sie alle

Schenkel zum Theil füllt, und dann in einen derselben noch eine zweite leichtere, welche sich mit der ersteren nicht vermischt, so steht von der Trennungsfläche beider Flüssigkeiten an gerechnet, die leichtere Flüssigkeit sovielmal höher als die schwerere, wievielmal sie leichter ist, als diese. Versuche mit Quecksilber und Wasser, oder Quecksilber und Spiritus, oder Wasser und Oel dienen zur Bestätigung; namentlich ist aber der Haldat'sche Apparat (s. Art. Haldat'scher Apparat) zu derartigen Versuchen sehr geeignet. — Die bei communicirenden Gefässen geltenden Gesetze gründen sich darauf, dass in einer ruhigen Flüssigkeit in gleicher Tiefe unter der Oberfläche alle Theilchen einen gleichen Druck erleiden, welche Gestalt das Gefäss auch haben mag (vergl. Art. Hydrostatik).

Commutator (Veränderer), **Gyrotrop** (Kreis- oder Stromwender) und **Inversor** (Umkehrer) sind Bezeichnungen für Hilfsapparate bei Versuchen mit electrischen Strömen, durch welche die Stromrichtung schnell umgekehrt werden kann. Die dem Commutator zu Grunde liegende Idee ist von H. Jacobi zuerst angegeben und dann mehrfach in Einzelheiten verändert ausgeführt worden. Die Schliessungsdrähte schleifen auf Kreisperipherien (Cylinderflächen), welche aus blankem Metalle bestehen, aber stellenweis durch einen nicht leitenden Stoff unterbrochen sind, so dass der eine Draht stets mit dem einen, der andere mit dem anderen Cylinder in leitender Verbindung steht und ein Wechsel zwischen Drähten und Cylindern gleichzeitig eintritt, wobei die beiden Cylinder unter sich isolirt sind und jeder mit einem Schliessungsdrahte in Verbindung bleibt. Es sei z. B. ein kürzerer Cylinder isolirt über einen andern gesteckt; jeder trägt an jedem Ende eine Kreisscheibe von gleichem Halbmesser, so dass die an den gleichliegenden Enden der Cylinder angebrachten dicht neben einander stehen; von den neben einander befindlichen Kreisscheiben ist jede auf der einen Hälfte mit einem isolirenden Stoffe ausgelegt, z. B. mit Elfenbein, so dass die isolirende Hälfte der einen neben der nicht isolirenden der andern liegt; auf jedem Scheibenpaare schleift ein Ende des Schliessungsdrahtes und ebenso auf jedem Cylinder ein Ende der fortgesetzten Schliessung. Liegt der eine Schliessungsdraht auf der nicht isolirenden Hälfte der Kreisscheibe des grösseren Cylinders, so liegt der andere auf der nicht isolirenden der am andern Ende stehenden Kreisscheibe des kleineren Cylinders; nach einer halben Umdrehung liegen dieselben Schliessungsdrähte gerade auf den nicht isolirenden Hälften der nebenliegenden Scheiben und so ist der Strom nach jeder halben Umdrehung umgekehrt. Man findet diesen Commutator namentlich an electromagnetischen Maschinen. — Dujardin hat einen Commutator angegeben, der einfacher ist, aber nicht so schnell und nicht so regelmässig arbeitet, da er durch eine Verschiebung mit der Hand eingestellt wird. Es liegen drei blanke Bleche isolirt neben einander; die beiden äusseren stehen unter sich in leitender Ver-

bindung und an ihnen ist ein Schliessungsdraht befestigt, während der andere von dem mittleren Bleche ausgeht; die correspondirenden Enden der Schliessungsdrähte enden ebenfalls in Blechen, welche durch einen Holzgriff verbunden sind, so dass sie sich um eine zwischen ihnen liegende Axe hin und her drehen lassen. Bei einer Stellung liegt das eine der beiden letzten Enden auf dem ersten und das andere auf dem zweiten Bleche; bei einer Verschiebung liegen dieselben Enden respective auf dem zweiten und dritten Bleche und damit ist der Strom umgekehrt. Da man von den beiden Enden das eine auch zwischen das erste und zweite, das andere zwischen das zweite und dritte Blech legen kann, so hat man hierbei den Vortheil, den Strom ganz zu unterbrechen. — Ueber den Gyrotrop und Inversor vergl. die betreffenden Artikel.

Comparateur oder Comparator (Vergleicher) bezeichnet ein Instrument, mit dessen Hilfe lineare Masse, Massstäbe, mit grösster Schärfe unter sich verglichen werden können. Mikrometer, Mikroskope, Fühlhebel werden gewöhnlich dabei verwendet. Der Mechanicus Lenoir verfertigte 1792 den ersten Comparateur. Das *Collège de France* in Paris besitzt ein solches Instrument von Perreaux.

Compass, der, besteht aus einer Windrose, welche auf ein Glimmerblatt (Marienglas) geklebt und an deren Unterseite in der Richtung von Süden nach Norden eine Magnetnadel so befestigt ist, dass ihr Drehpunkt mit dem Mittelpunkte der Windrose zusammenfällt. Die Magnetnadel schwebt mit der Windrose auf der Spitze eines Stiftes, welcher aus dem mit Blei beschwerten Grunde eines Kessels emporragt, und der Kessel hängt in einem Cardanischen Ringe (s. Art. Ring, cardanischer). An dem ganzen Instrumente ist alles Eisen vermieden. Der Seefahrer, welchem der Compass unentbehrlich ist, da ihm die Richtung des Kiels zur Windrose, welche mit ihrer Richtung Süd-Nord immer in dem magnetischen Meridiane bleibt, die Himmelsgegend anzeigt, nach welcher er steuert, nennt das Instrument im Allgemeinen See Compass, unterscheidet aber nach dem Gebrauche und der hiernach verschiedenen Einrichtung drei Arten: Azimuthal-, Peil- und Steuercompass. Der Azimuthalcompass ist zur Messung des magnetischen Azimuths bestimmt, d. h. zur Messung des im Horizonte liegenden Bogens zwischen dem Verticalkreise eines Gestirnes und dem magnetischen Meridiane. Er ist mit Dioptern und dergleichen Messvorrichtungen ausgerüstet. Der Peilcompass ist zum Abmessen und Beobachten namentlich der Küsten, Vorgebirge, Inseln u. dergl. bestimmt und ist im Wesentlichen wie der Azimuthalcompass eingerichtet. Der Steuercompass ist der Eingangs beschriebene, und wäre nur noch zu bemerken, dass derselbe vor dem Steuerrade in dem sogenannten Compasshäuschen oder Nachthause so aufgestellt ist, dass das eine Stiftenpaar des cardanischen Ringes mit dem Schiffskiele parallel läuft, um dadurch die Windrose und Magnetnadel gegen die beiden Haupt-

schwankungen des Schiffes zu schützen. Ein Steuercompass mit tieferem Kessel (Mörser) und stark mit Blei beschwert heisst Sturmcompass. Ein Compass, dessen unterer Boden durchsichtig (von Glas) ist und der an der Decke der Kajüte aufgehängt ist, so dass der Kapitän von unten sehen kann, ob richtig gesteuert wird, heisst Hänge- oder Kajütscompass. Wegen der Richtung der Magnetnadel vergl. Art. Magnet und Declination, wegen des störenden Einflusses des auf dem Schiffe befindlichen Eisens Art. Ablenkung der Magnetnadel, wegen der Neigung Art. Neigung der Magnetnadel.

Compassstrich, s. Art. Windrose. Ein Compassstrich beträgt $11^1/_4$ Grad.

Compensation bedeutet Ausgleichung. In der Physik hat man mehrfach Compensationen ausgeführt, wie die folgenden Artikel nachweisen.

Compensation, achromatische, ist die Ausgleichung der Farbenzerstreuung, vergl. Art. Farben und Achromatismus.

Compensation, magnetische, ist die Ausgleichung der Wirkung des Schiffseisens auf die Richtung der Compassnadel, vergl. Art. Ablenkung der Magnetnadel und Compass.

Compensation, thermische, ist die Ausgleichung der durch Temperaturveränderung herbeigeführten Volumen- oder Dimensionsänderung der Körper. In der Technik ist in vielen Fällen auf diese Compensation Bedacht zu nehmen, z. B. bei metallenen Röhrenleitungen, welche merklichen Temperaturveränderungen ausgesetzt sind; in der Physik ist dieselbe namentlich bei den Uhren zur Ausführung gekommen, nämlich in dem Compensationspendel.

Compensationspendel, das, ist ein Pendel, bei welchem der Einfluss der Temperaturveränderung auf die Schwingungszeit beseitigt ist. Das Pendel dient in Verbindung mit der Hemmung (s. Art. Hemmung) bei den sogenannten Pendeluhren als Regulator unter der Voraussetzung, dass die Schwingungszeit ungeändert bleibt; da aber bei steigender Temperatur die Pendelstange sich verlängert und dadurch die Schwingungszeit vergrössert wird, und bei fallender Temperatur das Entgegengesetzte eintritt, so erfüllt das Pendel seine Bestimmung nicht, wenn man diesen Einfluss nicht zu beseitigen vermag. Dies ist nun in dem Compensationspendel geschehen und zwar auf mehrere Arten.

1) Das rostförmige Compensationspendel oder Rostpendel besteht aus nebeneinander liegenden Stäben von zwei Metallen, welche verschiedene Ausdehnungscoefficienten (s. Art. Ausdehnung der Körper durch die Wärme) haben und an ihren Enden so mit einander in Verbindung stehen, dass der folgende stets dem vorhergehenden entgegengesetzt, also nicht mit ihm in derselben Richtung liegt. Hierbei kommt es nun darauf an, dass der Schwingungspunkt durch die Längenveränderung des einen Metalles stets um soviel gehoben

wird, als die durch die Längenveränderung des andern bewirkte Senkung beträgt. Ist ein solches Pendel richtig construirt und nennen wir die Gesammtlänge aller Stäbe des einen Metalles l_1 und die des anderen l_2, so muss, wenn a_1 und a_2 die respectiven Ausdehnungscoefficienten sind, sich verhalten: $l_1 : l_2 = a_2 : a_1$, d. h. die Gesammtlängen müssen sich umgekehrt verhalten wie die Ausdehnungscoefficienten, und ausserdem muss, wenn die Pendellänge l sein soll, $l_1 = \frac{a_2\, l}{a_2 - a_1}$ und $l_2 = \frac{a_1\, l}{a_2 - a_1}$ sein. Hierbei werden die neben dem mitttelsten zu beiden Seiten liegenden Stäbe nur einfach gerechnet. Harrison, welcher diese Compensation erfunden hat, nahm Eisen und Messing; noch mehr empfiehlt sich Messing oder Eisen und Zink, da letzteres einen verhältnissmässig grossen Ausdehnungscoefficienten besitzt.

2) Die Quecksilbercompensation, zuerst 1721 von Graham versucht, wird in der Weise ausgeführt, dass man an der eisernen Pendelstange unten ein gläsernes cylinderförmiges, theilweis mit Quecksilber gefülltes Gefäss anbringt, welches öfters von der Linse umschlossen wird, und nun die Menge des Quecksilbers so bestimmt, dass durch die Veränderung des Schwerpunktes desselben bei Temperaturveränderung die Lage des Schwingungspunktes unverändert bleibt. Wird die eiserne Pendelstange länger, so steigt das Quecksilber im Glasgefässe und es tritt mithin wieder eine Hebung des Schwingungspunktes ein und umgekehrt.

3) Die Streifencompensation besteht darin, dass man an der Pendelstange in der Schwingungsebene einen auf beiden Seiten der Stange überragenden Streifen anbringt, welcher aus zwei Metallen von verschiedenen Ausdehnungscoefficienten besteht, die mit einander in fester Verbindung stehen und von denen das Metall mit dem kleineren Ausdehnungscoefficienten oben liegt. Nehmen wir an, dass bei einer gewissen Temperatur der Streifen gerade ist, so wird derselbe bei höherer Temperatur sich mit seinen Enden nach oben krümmen und bei niedrigerer nach unten. Bringt man an den Enden noch Kugeln an, so wird bei steigender Temperatur die Stange länger und der Schwingungspunkt nach unten gerückt, gleichzeitig werden aber die Kugeln an den Compensationsstreifen gehoben und es kommt nun darauf an, dass die dadurch herbeigeführte Hebung des Schwingungspunktes gleich jener Senkung ist. Bei fallender Temperatur tritt das Entgegengesetzte ein. Man macht die Compensationsstreifen gewöhnlich aus Eisen und Kupfer, in welchem Falle das Eisen oben liegt.

Compensationsstreifen, vergl. Compensationspendel. 3.

Compensationsunruhe ist die mit Compensation versehene Unruhe der Chronometer. Das Princip hierbei ist dasselbe wie bei der Streifencompensation (s. Art. Compensationspendel). Die Peripherie

der Unruhe ist nicht zum vollen Kreise geschlossen, sondern besteht gewöhnlich aus zwei fast halbkreisförmigen Bogen, die nur an einem Ende befestigt sind. Bisweilen besteht die Peripherie aus drei Bogenstücken von fast 120° Länge. Diese Bogen sind aus zwei Metallstreifen von verschiedenen Au-dehnungscoefficienten zusammengesetzt, so dass der Streifen mit dem grösseren Ausdehnungscoefficienten nach aussen liegt, und an jedem Bogen ist ein kleines Gewicht befestigt. Tritt Temperaturerhöhung ein, so würde sich die Unruhe vergrössern, gleichzeitig krümmt sich dann jeder Bogen nach innen, schiebt dadurch das an ihm angebrachte Gewicht dem Centrum näher und nun kommt es darauf an, dass dadurch die Schwingungszeit ungeändert bleibt.

Complementärfarben oder Ergänzungsfarben nennt man zwei Farben, welche einander zu Weiss ergänzen, z. B. Roth und Grün, Violett und Gelb etc. Vergl. Art. Farben.

Componenten heissen bei einer zusammengesetzten Bewegung die zu Grunde liegenden Kräfte. Vergl. Art. Bewegungslehre. IV.

Compressibel bedeutet zusammendrückbar.

Compressibilität oder Zusammendrückbarkeit bezeichnet die allgemeine Eigenschaft aller Körper, dass sich ihre Masse in ein kleineres Volumen bringen lässt. Abgesehen davon, dass bei vielen Körpern dies auf auffällige Weise durch Druck sich erreichen lässt, spricht dafür die Volumenveränderung bei Temperaturveränderung (vergl. Art. Ausdehnung der Körper durch die Wärme). Wegen der luftförmigen Körper vergl. Mariotte'sches Gesetz. Um die Compressibilität der Flüssigkeiten durch Druck nachzuweisen, hat man besondere Apparate construirt, welche Piezometer (s. d. Art.) heissen. Den Gegensatz der Compressibilität bildet die Extensibilität (s. Art. Ausdehnbarkeit).

Compression bedeutet Zusammenpressung und oft soviel wie Verdichtung, die eine Folge davon ist.

Compressionsfeuerzeug, s. Art. Feuerzeug, pneumatisches.

Compressionsmaschine oder Condensationsmaschine, auch Compressions- oder Condensationspumpe, bedeutet eigentlich jede Maschine, mit deren Hilfe ein Körper zusammengedrückt, gepresst und verdichtet werden soll. Es würden also hierher die Pressen gehören, ebenso das Piezometer; aber gewöhnlich versteht man darunter nur die Maschinen zur Verdichtung der Luft. Die Hahnluftpumpe (s. Art. Luftpumpe) lässt sich als Compressionspumpe benutzen. Für besondere Fälle, z. B. für Windbüchsen, metallene Heronsbälle, Taucherapparate etc. hat man auch besondere Maschinen, die im Wesentlichen darauf hinauslaufen, dass in einem Cylinder ein Kolben dicht anschliesst, und dass an der Seite des Cylinders eine Oeffnung sich befindet, durch welche Luft in das Innere dringen kann. Ist der Kolben so weit als möglich herausgezogen, so muss die eben angegebene Oeff-

nung nahe an der Unterfläche des Kolbens in den Cylinderraum münden. Mit dem anderen Ende wird der Cylinder auf den Körper geschraubt, in welchem die Luftverdichtung erfolgen soll. Entweder hat nun der Cylinder an seinem Ende ein nach aussen gehendes Ventil, oder der Raum, in welchem die Luft verdichtet wird, an der Mündung ein nach innen gehendes. Ist der Kolben aufgezogen, so füllt sich das Innere des Cylinders mit Luft; drückt man den Kolben ein, so geht er über die bezeichnete Oeffnung, und die dadurch im Cylinder abgesperrte Luft wird, indem das Ventil aufgedrückt wird, in den betreffenden Raum gepresst; zieht man den Kolben wieder auf, so verhindert das Ventil das Entweichen der eingepressten Luft, der Cylinder füllt sich wieder, sobald der Kolben über die Oeffnung gegangen ist, und durch wiederholtes Eindrücken des Kolbens wird abermals Luft in den betreffenden Raum gedrückt u. s. f.

Compressionsmesser ist ein Manometer (s. d. Art.) zum Messen der Stärke comprimirter Luft.

Compressionspumpe, s. Art. Compressionsmaschine.

Compressionswärme nennt man die Wärme, welche bei der Compression erzeugt wird. Die Erscheinung beruht darauf, dass durch die Verdichtung die Wärmecapacität (s. Art. Capacität) verringert wird, wodurch ein Theil der Wärme frei werden muss. Es gehört hierher die durch Stoss und Schlag erregte Wärme; auch gründet sich hierauf das sogenannte pneumatische Feuerzeug (s. Art. Feuerzeug, pneumatisches).

Concav bezeichnet hohlkugelflächig.

Concavglas oder Concavlinse ist ein hohlkugelflächig geschliffenes Glas oder anderer durchsichtiger Körper. Ist der Körper auf einer Seite concav und auf der entgegengesetzten eben, so heisst er planconcav; ist er auf beiden Flächen concav, so biconcav; ist er auf der einen concav und auf der andern convex, so convex-concav oder concav-convex. Die concaven Gläser werden von der Mitte nach aussen zu dicker, die convexen nach aussen zu dünner. Bei einem convex-concaven Glase ist der Radius der Kugel, zu welcher die concave Fläche gehört, kleiner als der zur convexen Fläche gehörige; bei dem concav-convexen Glase ist es umgekehrt.

Concavspiegel oder Hohlspiegel ist ein Metallspiegel mit concaver Spiegelfläche. Das Nähere über die bei solchen Spiegeln auftretenden Erscheinungen im Art. Spiegel.

Condensation bedeutet Verdichtung, wird aber auch oft statt Compression gebraucht, wenn die Condensation durch Druck hervorgebracht ist. Vergl. die Artikel Condensator und Dampf, desgl. Liquefaction.

Condensations-Hygrometer, s. Art. Hygrometer.

Condensationsmaschine, } s. Art. Compressionsmaschine.
Condensationspumpe, }

Condensator bedeutet im Allgemeinen einen Apparat, mit dessen Hilfe eine Verdichtung erzielt wird. Je nach dem, was verdichtet werden soll, sind die Condensatoren verschieden. S. die ff. Artikel.

Condensator des Dampfes. Bei den frühesten Dampfmaschinen wurde der Dampf in dem Dampfcylinder dadurch condensirt, d. h. in Wasser verwandelt, dass man kaltes Wasser in den Cylinder selbst einspritzte. Watt bewirkte die Condensation in einem abgesonderten Raume, welchen er den Condensator nannte, und erzielte namentlich hierdurch eine bedeutende Ersparniss an Brennmaterial. Bei den später construirten Hochdruckmaschinen wurde der Condensator wieder entbehrlich, z. B. bei den Locomotiven, indem man den Dampf, nachdem er in dem Cylinder seine Wirkung ausgeübt hat, in die atmosphärische Luft entweichen lässt. Bei den Niederdruckmaschinen leitet man den Dampf aus dem Cylinder durch ein besonderes Rohr in einen mit kaltem Wasser umgebenen Raum, spritzt ausserdem kaltes Wasser in denselben und pumpt dies Einspritzwasser sammt dem durch die Condensation gewonnenen Wasser und der in dem Condensator befindlichen Luft durch die sogenannte Luftpumpe aus. Vergl. Art. Dampfmaschine und Luftpumpe. D.

Condensator der Electricität ist ein von Volta 1783 erfundener Apparat, mit dessen Hilfe auch die schwächsten Spuren der Electricität nachgewiesen werden können. Bringt man einen isolirten, spitzenfreien Leiter mit dem Conductor einer Electrisirmaschine in Verbindung, so wird er in derselben Weise wie dieser electrisch, als ob er ein Theil desselben wäre. Nähert man diesem Leiter zu gleicher Zeit einen zweiten nicht isolirten, so wird der erstere stärker geladen, d. h. sein electrischer Zustand wird verstärkt. Es wird nämlich in der zweiten Scheibe durch Vertheilung die entgegengesetzte Electricität hervorgerufen, und beide binden einander. — Werden die beiden guten Leiter durch einen, wenn auch nur dünnen, schlechten Leiter getrennt, so kann durch fortgesetzte Mittheilung von Electricität an den einen eine verhältnissmässig grosse Quantität angesammelt werden, bei deren Vereinigung mit der auf dem anderen gebundenen entgegengesetzten auch eine verhältnissmässig grössere Wirkung eintritt. Hierauf beruht namentlich die verstärkte Wirkung der electrischen Flasche. — Isolirt man den mit der Erde in leitender Verbindung stehenden, also den bisher nicht isolirten Leiter nach der Ladung des andern ebenfalls und entfernt man dann beide Leiter von einander, so ergiebt sich der nun isolirte Leiter entgegengesetzt electrisch dem geladenen. Hierauf gründet sich der Condensator. Denken wir uns denselben auf einem Goldblattelectroskope angebracht. Der Draht, welcher an seinem unteren Ende die beiden Goldblättchen trägt, bekommt an seinem oberen Ende eine

auf ihrer oberen Seite lackirte Metallplatte und auf diese wird eine ebensolche Platte aus demselben Metalle, aber auf der unteren Seite lackirt und auf der oberen mit einem isolirenden Handgriffe versehen, aufgesetzt. Diese beiden Platten bilden den Condensator. Die eine Platte nennt man gewöhnlich den Collector. Will man nun prüfen, ob ein Körper, der keine Wirkung unmittelbar auf das Electroskop äussert, doch noch in einem schwachen electrischen Zustande sich befindet, z. B. eine Glasröhre, so legt man den Finger an die Unterseite der unteren Platte, bringt die obere Seite der auf der unteren Platte stehenden oberen Platte mit dem zu untersuchenden Körper in wiederholte Berührung, entfernt dann den Finger von der unteren Platte und hebt hierauf die obere Platte, hier der Collector, ab, so dass die beiden Platten parallel bleiben. Hatte der zu prüfende Körper noch eine Spur von Electricität, so trat durch die wiederholte Berührung bei jeder Berührung der oberen Platte etwas Electricität in diese und jedes Quantum band einen Theil entgegengesetzter Electricität auf der unteren, während die gleichartige durch den Finger in die Erde abgeleitet wurde. Auf diese Weise sammelte man auch auf der unteren Platte eine verhältnissmässig grössere Quantität entgegengesetzter Electricität an, und hebt man nun die obere Platte ab, so wird diese auf der unteren Platte gesammelte Electricität frei und wird im Stande sein, wenn nur überhaupt noch eine Spur von Electricität in dem untersuchten Körper war, die Goldblättchen des Electroskops zum Auseinandergehen zu bringen. In diesem Falle gehen die Electroskopblättchen durch die entgegengesetzte Electricität des untersuchten Körpers auseinander; verfährt man aber umgekehrt, berührt man nämlich die obere Platte mit dem Finger und bringt die untere Platte, als Collector, mit dem zu untersuchenden Körper in Berührung, so sammelt sich in der unteren Platte die Electricität des Körpers an, und hebt man hierauf die obere Platte isolirt ab, so gehen die Blättchen durch die dem untersuchten Körper gleichartige Electricität auseinander. — Lichtenberg hat vorgeschlagen, auf die untere Platte drei kleine Tropfen Siegellack zu bringen, so dass sie ungefähr die Spitzen eines gleichseitigen Dreiecks bilden, und die dann zwischen beiden Platten befindliche Luftschicht als trennenden schlechten Leiter, also statt des Lackes zu benutzen. — Einen doppelten Condensator hat Cuthberson angegeben, nämlich bei sehr schwachen electrischen Zuständen einen kleinen Condensator wiederholt zu laden und diese Ladungen erst auf den eigentlichen Condensator zu übertragen. — Ein von Cavallo 1788 unter dem Namen Collector angegebener Condensator, dessen Eigenthümlichkeit in zwei Deckeln bestand, verdient nur historische Erwähnung. — Der Condensator von Munck af Rosenschöld war nach dem Lichtenberg'schen construirt, nur wurde mit der grössten Sorgfalt verfahren, um die trennende Luftschicht von gleicher und geringer Dicke zu erhalten. — Zu seinen Versuchen über Berührungs-

electricität hat Péclet einen Condensator angegeben (Poggend. Annal. Bd. 46, S. 343), ebenso Kohlrausch (Poggend. Annal. Bd. 75, S. 90). — Der electro-dynamische Condensator von Nobili besteht in einer langen Spirale von Kupferdraht. Bringt man diese Spirale in den Schliessungsbogen eines einzigen, nur kleinen galvanischen Elementes, so zeigt sich beim Oeffnen der Schliessung ein electrischer Funke, weil in der langen Spirale ein verhältnissmässig grosses Quantum von Electricität strömt. — De la Rive's electrochemischer Condensator (Poggend. Annal. Bd. 60, S. 397) besteht im Wesentlichen aus einer Vorrichtung, in welcher der Strom einer einfachen Kette durch den von ihr selbst erregten Inductionsstrom so verstärkt wird, dass er im Stande ist, Wasser zwischen Platinplatten in grösserer Menge zu zersetzen. — S. Figur im Art. Electroskop.

Condensator der Wärme hat man einen von du Carla 1784 angegebenen Apparat genannt, der eigentlich nur dem Urheber von Wichtigkeit gewesen zu sein scheint, und mit welchem er wahre Wunder von Hitze hervorbringen wollte. Der Apparat bestand aus einer Anzahl über einander gestülpter sehr dünner Glasglocken auf einem hohlen, dünnen, schwarz gefärbten abgestumpften Kegel, so dass zwischen den Glocken keine Berührung statt fand, und es scheint der Satz zu Grunde gelegen zu haben, dass sich die Wärme an Flächen, wo sich zwei verschiedene Körper — hier Glas und Luft — berühren, im Verhältniss der Dichtigkeiten dieser Körper mittheile.

Conductor ist der Theil einer Electrisirmaschine, in welchem die durch die Reibung des Reibers an dem Reibzeuge erzeugte Electricität für den Verbrauch angesammelt wird. Derselbe besteht aus einem wohlabgerundeten, verhältnissmässig grossen, isolirten Leiter, welcher auf der dem Reiber zugewendeten Seite zum Aufsaugen der Electricität gewöhnlich mit Spitzen oder Saugarmen versehen ist. Ausserdem nennt man auch jeden guten Leiter der Electricität einen Conductor, vergl. Art. Electricität.

Conische Brechung oder **Refraction**, s. Art. Brechung. A. III.

Conisches Pendel, s. Art. Centrifugalpendel.

Conisches Rad nennt man ein gezahntes Rad, bei welchem die Zähne schief stehen, so dass sie zusammen einen abgestumpften Kegel bilden. Sie dienen zur Umsetzung der Bewegungsrichtung.

Conjunction oder Zusammenkunft bezeichnet die Stellung zweier Himmelskörper, bei welcher sie dieselbe Länge haben und sich ganz oder theilweis bedecken, oder bei welcher sie wenigstens in einem vom Pole der Ecliptik senkrecht auf diese gezogenen Kreise um nicht mehr als die Summe oder Differenz ihrer Breiten von einander abstehen. Den Gegensatz bildet die Opposition oder der Gegenschein, wo die Längen um 180° verschieden sind. Bei Vollmond steht z. B. der Mond in Opposition und bei Neumond in Conjunction mit der Sonne. Steht

ein Planet so, dass die Sonne zwischen ihm und der Erde sich befindet' so steht er in Opposition mit der Erde. Bei den unteren Planeten unterscheidet man obere und untere Conjunction und zwar steht bei jener die Sonne zwischen der Erde und dem Planeten, bei dieser aber der Planet zwischen Sonne und Erde.

Conservationsbrillen oder Präservativbrillen nannte man Brillen, welche die Sehkraft des Auges erhalten oder die geschwächter Augen wieder stärken sollten. Vergl. Art. Brillen.

Conservator der Electricität wird bisweilen der Condensator der Electricität genannt (s. Art. Condensator der Electricität), weil er die Electricität festhält.

Consonanzen nennt man die Intervalle der consonirenden Töne im Gegensatze zu den Intervallen der dissonirenden Töne, welche Dissonanzen heissen.

Consonirende Töne sind Töne, welche in ihrer Aufeinanderfolge oder bei ihrem Zusammenklingen einen angenehmen Eindruck hervorbringen, während diejenigen, welche unter denselben Umständen gewissermassen als nicht zusammenpassend empfunden werden, dissonirende Töne heissen.

Constante Ketten oder Säulen sind Galvani'sche oder Volta'sche Ketten oder Säulen oder Batterien, deren Wirksamkeit von längerer Dauer ist. Es gehören dahin die Daniell'sche oder Becquerel'sche, die Grove'sche, die Bunsen'sche, die Sturgeon'sche Säule etc., die in besonderen Artikeln nachzusehen sind. Es kommt bei diesen Säulen nicht blos darauf an, dass die Metallplatten nicht oder nicht stark angegriffen werden, sondern besonders darauf, dass die Bildung einer Schicht von Wasserstoffbläschen, welche bei den sonstigen Ketten die Kupferplatten überziehen, verhindert wird.

Contactelectricität oder **Berührungselectricität**, s. Art. Galvanismus.

Contactgoniometer, s. Art. Goniometer.

Contactsubstanzen, s. Art. Katalyse.

Contacttheorie heisst die eine der beiden über die Entstehung der strömenden (Contact-) Electricität aufgestellten Theorien, nach welcher je zwei ungleichartige (heterogene) Körper rein in Folge der Berührung entgegengesetzt electrisch werden, indem durch eine electromotorische (d. h. Electricität errregende) Kraft positive Electricität von der Berührungsstelle aus nach dem einen und negative nach dem andern getrieben wird. Die andere Theorie ist die chemische, nach welcher die Electricitätsentwickelung Folge einer chemischen Wirkung sein soll, indem die Flüssigkeit namentlich auf das eine Metall der Kette einwirkt. Der letzteren Theorie huldigen nach dem Vorgange Faraday's namentlich die Engländer, ausserdem sind für dieselbe Becquerel und de la Rive aufgetreten.

Contactthermometer nennt Fourier ein Thermometer, mittelst dessen die Wärmeleitungsfähigkeit von Körpern, welche weniger gut leiten, ermittelt werden soll. Es ist ein sehr empfindliches Quecksilberthermometer, dessen Kugel in einem kugelförmigen Gefässe aus dünnem Eisenbleche, dessen Boden aus weichem Leder oder einer dünnen Haut besteht, sich befindet. Das Gefäss wird mit Quecksilber gefüllt; die zu untersuchenden Körper, welche aus dünnen Platten bestehen müssen, kommen auf eine Platte von Marmor oder Metall; das bis über 45° C. erwärmte Thermometer wird dann, wenn es bis auf 45° gesunken ist, auf die Körper gestellt und nun beobachtet, in welcher Zeit es um eine bestimmte Anzahl Grade fällt. Die Resultate berechnet man nach der Formel $K = \frac{1}{T} [log (t - t') - log (t' - t'')]$, wo T die Zeit bedeutet, in welcher das Thermometer von t auf t' und von t' auf t'' sinkt.

Continentalklima besitzt eine Gegend der Erde, wenn die Temperatur derselben im Winter niedriger und im Sommer höher ist als die mittlere oder Normaltemperatur. Im umgekehrten Falle ist das Klima ein Seeklima. Im nördlichen Asien haben die Gegenden von Tobolsk, Barnaul am Ob und Irkutsk ein Continentalklima; dasselbe gilt von dem Innern Afrika's; in Europa ist im Allgemeinen im Sommer Continentalklima, im Winter Seeklima; in Neufundland und Labrador ist es umgekehrt; Irland liegt im ganzen Jahre im Seeklima.

Contractio venae, s. folgenden Art.

Contraction oder **Zusammenziehung** des ausfliessenden Strahles (*contractio venae*) bezeichnet die eigenthümliche Gestalt des Strahles einer aus einer Oeffnung ausströmenden Flüssigkeit. Ist die Oeffnung rund und in dem Boden des Gefässes, so ist der Strahl nicht cylindrisch, sondern er verjüngt sich und nimmt eine kegelförmige Gestalt an. Vergl. Art. Ausfluss.

Contractionscoefficient, der, bezeichnet das Verhältniss zwischen dem Querschnitte $F_{\prime}$ des zusammengezogenen Strahles an seiner kleinsten Stelle und dem Querschnitte F der Mündung, also $\frac{F_{\prime}}{F}$. Vergl. Art. Contraction und Ausfluss. A. S. 61.

Contrastfarben nennt man die Complementärfarben (s. d. Art.), wenn die eine durch ihre Einwirkung auf die Netzhaut die andere fordert, z. B. weisse Papiere auf einer gelben Wand sehen aus, als ob sie mit einem violetten Tone überzogen wären. Die farbigen Schatten scheinen auch hierher zu gehören. S. Art. Schatten.

Convex bezeichnet erhaben kugelflächig.

Convexglas oder Convexlinse ist ein erhaben kugelflächig geschliffenes Glas oder anderer durchsichtiger Körper. Ist der Körper auf einer Seite convex und auf der entgegengesetzten eben, so heisst er

planconvex; ist er auf beiden Flächen convex, so biconvex; ist er auf der einen convex und auf der anderen concav, so concav-convex oder convex-concav. S. Art. Concavglas.

Corona bezeichnet den hellen, nach aussen allmälig sich verlaufenden Nimbus, mit welchem der völlig dunkle Mond bei totalen Sonnenfinsternissen umgeben ist. Früher hielt man die Corona für eine Wirkung der Mondatmosphäre. Da diese nicht erwiesen werden kann, so vermuthete man seit 1842, dass dieselbe einen Theil der Photosphäre der Sonne bilde, vielleicht aber auch ihre Entstehung der Inflexion des Lichtes am Rande des Mondes, oder vielleicht beiden zugleich verdanke. Seit 1860 hat man sich dafür entschieden, dass die Corona, welche in der Breite $^1/_5$ des Sonnenhalbmessers gleichkommt, die nicht selbst leuchtende, aber von der Sonne erleuchtete eigentliche Sonnenatmosphäre sei.

Corpuscularphilosophie nennt man auch die Atomistik. S. Art. Atomistik.

Correction bedeutet Verbesserung. In der Physik sind sehr häufig Correctionen nöthig, namentlich wegen der Temperaturverschiedenheiten, z. B. bei dem Barometerstande, bei dem Pendel, bei genauen Messungen mit Massstäben, bei den Aräometern etc.; wegen des Luftwiderstandes z. B. bei Pendeln; wegen der veränderlichen Schwingungsweite ebenfalls bei Pendeln etc. etc.

Correctionscheibe nennt man die eiserne Scheibe, welche man auf Schiffen in der Nähe des Compasses anbringt, um die Deviation auszugleichen. Man könnte die Scheibe auch Deviationsscheibe nennen. Vergl. Art. Ablenkung der Magnetnadel.

Correspondirend bezeichnet in der Physik oft soviel wie gleichzeitig, z. B. correspondirende Barometerbeobachtungen, überhaupt soviel wie unter gleichen Bedingungen stattfindend, z. B. correspondirende Schatten sind Schatten bei gleicher Sonnenhöhe.

Coulisse, Stephenson'sche, s. Art. Locomotive.

Coulomb's Drehwaage, s. Art. Drehwaage.

Courant ascendant bezeichnet das Aufsteigen der Luft.

Crownglas oder Kronglas ist Fensterglas. Vergl. Flintglas.

Cumulostratus bezeichnet nach Howard's Terminologie für die Wolkenformen die gethürmte Haufenwolke. Es haben sich dann Cumuli gehäuft und die Wolke steht dann nicht selten wie ein dunkles Gebirge über dem Horizonte. Vergl. Haufenwolke.

Cumulus bezeichnet nach Howard die Haufenwolke, eine halbkugelige Wolke auf horizontaler Grundfläche. Vergl. Haufenwolke.

Cyanometer nannte Saussure eine Vorrichtung zur Bestimmung der Intensität der blauen Färbung des Himmels. Das Wesentlichste bestand in 53 gleichgrossen Scheiben, welche in verschiedenen Nüancen von Weiss durch Blau (mittelst Berlinerblau) zum Schwarz ebensoviele Cyanometergrade bedeuteten. — Ein anderes Cyanometer hat Parrot

angegeben. Eine weisse oder eine schwarze Scheibe wird durch einen Rotationsapparat in schnelle Drehung versetzt und ein blauer Sector eingesetzt, bis man die Färbung des Himmels erhält. Die Breite des blauen Sectors ist das Mass. — Ein von Arago vorgeschlagenes Cyanometer gründet sich darauf, dass doppeltbrechende Krystallblättchen je nach ihrer Dicke im polarisirten Lichte eine gewisse blaue Färbung zeigen.

Cyanotypie nannte man eine Art des Photographirens auf Papier, bei welcher eine Verbindung von Eisen und Cyan angewandt wurde, um blaue Bilder zu erhalten. Man nannte diese Art auch Ferrotypie.

Cycloide nennt man eine krumme Linie, deren einfachste Form man sich am leichtesten dadurch klar macht, dass man den Weg eines Nagels in der Peripherie eines Wagenrades verfolgt, welches auf einer Ebene in gerader Linie fortgerollt wird. Wird der Weg eines nicht in der Peripherie liegenden Punktes in diesem Falle ins Auge gefasst, oder ist das Rad nicht kreisförmig, oder bewegt sich dasselbe nicht auf einer Ebene, so erhält man Cycloiden höherer Ordnung.

Cycloidenpendel ist ein Pendel, dessen Schwingungspunkt sich nicht in einem Kreisbogen, sondern in einem Cycloidenbogen bewegt. Bei einem solchen Pendel würden sämmtliche Schwingungen ganz unabhängig von der Schwingungsweite in derselben Zeit erfolgen, also isochronisch sein. Vergl. Art. Pendel.

Cyclon, eine von Piddington zunächst für die Stürme des indischen Oceans gebrauchte Bezeichnung. Es ist indessen zu beachten, dass Cyclon nur Wirbelwind bezeichnet und daher nicht ohne Weiteres auf jeden Sturm angewendet werden kann, wie man auch schon im gewöhnlichen Gebrauche einen stätigen Sturm (*tempète, gale*) von dem Wirbelsturme (*ouragan, hurricane*) unterscheidet.

Cylinder als Röhren von durchweg gleichem kreisförmigen Querschnitte werden in der Physik bei vielen Apparaten verwendet und erhalten zum Theil besondere Namen, z. B. Stiefel bei der Luftpumpe; gewöhnlich befindet sich in ihrem Innern ein hin- und herbewegbarer, genau anschliessender Kolben.

Cylinder, bergauflaufender, ist ein Cylinder, bei welchem der Schwerpunkt nicht in der Axe liegt, so dass derselbe auf einer schiefen Ebene in eine Lage kommen kann, bei welcher die Falllinie desselben noch oberhalb des Berührungspunktes mit der schiefen Ebene trifft und derselbe daher eine Bewegung nach aufwärts macht. Ebenso kann ein solcher Cylinder auf einer schiefen Ebene ruhen, da bei ihm die Falllinie in die Berührungsstelle treffen kann, was bei einem Cylinder, dessen Schwerpunkt in der Axe liegt, nicht möglich ist, indem in diesem die Falllinie stets die schiefe Ebene unterhalb der Berührungsstelle trifft.

Cylinder, electrodynamischer, ist das sogenannte Solenoid, s. Art. Electrodynamik. A.

Cylindergebläse, das, besteht aus einem genau gearbeiteten hohlen gusseisernen Cylinder mit luftdicht schliessendem Kolben, dessen Kolbenstange luftdicht durch eine Stopfbüchse geht; an der Seite befinden sich dicht unter dem Deckel und dicht über dem Boden je zwei Oeffnungen mit Ventilen; zwei dieser Oeffnungen an derselben Seite führen in eine Abtheilung, die in die Düse endet; die auf der anderen Seite münden in die Luft und haben einwärts gehende Ventile, während die der beiden anderen auswärts aufschlagen. Bewegt sich der Kolben nach oben, so öffnet sich unten das Luftventil und oben das Düsenventil; bewegt sich der Kolben nach abwärts, so öffnet sich oben das Luftventil und unten das Düsenventil, so dass aus der Düse ein anhaltender Luftstrom tritt. Vergl. Art. Gebläse und Blasebalg.

Cylinderhemmung oder **Cylinderechappement**, vergleiche Art. Uhr. C.

Cylinderloupe, die, besteht aus einem Glascylinder, welcher auf beiden Endflächen sphärisch geschliffen ist. Solche Loupen geben Bilder, welche von der sphärischen Abweichung fast ganz frei sind, weil die auf die Objectivseite auffallenden Strahlen, wenn diese die schwächer gekrümmte ist, nur auf den mittleren Theil der dem Auge zugekehrten Seite treffen. Vergl. Art. Loupe.

Cylindermaschine nennt man eine Electrisirmaschine, bei welcher der Reiber ein hohler Glascylinder ist; vergl. Art. Electrisirmaschine.

Cylinderspiegel ist ein Spiegel, dessen spiegelnde Oberfläche eine hohle oder erhabene Cylinderfläche ist. Die Bilder, welche man in solchen Spiegeln von den vor ihnen stehenden Gegenständen erhält, sind verzerrt, da sie in der Richtung der Cylinderaxe wie ebene, in den anderen Richtungen wie sphärische Spiegel wirken (vergl. Art. Spiegel). Will man daher ein Bild erhalten, welches einen Gegenstand in seinen natürlichen Verhältnissen darstellt, so muss man vor den Spiegel ein besonders hierzu entworfenes Zerrbild (Anamorphose, s. d. Art.) aufstellen oder hinlegen. Diese Bilder werden gewöhnlich mit einem hohlen Hilfscylinder entworfen, der an zwei gegenüberstehenden Stellen ausgeschnitten ist; in den einen Einschnitt wird das Bild eingesetzt, zu welchem die Anamorphose entworfen werden soll, und durch den anderen Einschnitt beleuchtet man das Bild; ist das Bild an besonders markirten Stellen durchlöchert, so kann man die durch diese Löcher gehenden Lichtstrahlen auf einem Papierblatte auffangen, bezeichnen und nach diesen markirten Stellen weiter ausführen. Dies sind dann Anamorphosen für einen erhabenen Cylinder, der ebenso wie der Hilfscylinder gestaltet ist und auf die Anamorphose so gestellt wird, wie der Hilfscylinder gestanden hat.

D.

Dädaleum ist ein von W. G. Horner erfundener Apparat, der sich wie die stroboskopischen Scheiben auf die durch die Dauer des Lichteindrucks herbeigeführten Augentäuschungen gründet. Ein hohler Cylinder ist auf dem Rande einer rotirenden Scheibe befestigt und in gleichen Abständen von einander mit Oeffnungen versehen; durch diese werden die auf seiner Innenseite befindlichen, am besten transparenten Figuren sichtbar, und wenn diese ihrer Stellung und Zahl nach im Verhältnisse zu der Zahl der Löcher den stroboskopischen Scheiben gleich kommen, so zeigen sie auch die nämlichen Erscheinungen. Vergl. Art. Stroboskop.

Dämmerung bezeichnet einen geringeren Grad der Helligkeit, namentlich im Vergleich mit der Tageshelle bei heiterem Himmel; in der Physik versteht man aber im Besonderen darunter die Abnahme der Tageshelle nach Sonnenuntergang und die Abnahme des nächtlichen Dunkels vor Sonnenaufgang. Ist die Sonne eben untergegangen, so gelangen zwar ihre Strahlen nicht mehr direct in unser Auge, wohl aber indirect durch die Reflexion an den Wolken, an den Lufttheilchen der Atmosphäre selbst und an den in derselben schwebenden Dünsten. In derselben Weise gelangen schon vor Sonnenaufgang Strahlen der Sonne zu uns. Da mit dem grösseren Stande der Sonne unter dem Horizonte eine geringere Menge Licht wirksam wird, so ist die Helligkeit auch um so geringer, je tiefer die Sonne steht. Ein allmäliger Uebergang aus der Tageshelle in die Nacht findet daher am Abende statt und bildet die Abenddämmerung, umgekehrt ein allmäliger Uebergang von dem nächtlichen Dunkel zur Tageshelle vor Sonnenaufgang, die Morgendämmerung bildend. Im Allgemeinen nennt man diese Uebergänge auch die Zeiten des Zwielichtes. Dass die angegebene Reflexion in der That die Ursache der Dämmerung ist, dafür sprechen schon die Erscheinungen bei Tage, weil ohne solche Reflexion wir nur da Helligkeit haben würden, wo die Strahlen der Sonne direct hintreffen.

In verschiedenen Breiten ist die Dauer der Dämmerung verschieden, ebenso ist sie an demselben Orte in den verschiedenen Jahreszeiten von ungleicher Länge. Innerhalb der Tropen ist die Dämmerung beinahe unbekannt, indem hier der Tag plötzlich anbricht und auf diesen die Nacht fast ohne jeglichen Uebergang folgt; mit der Breite wächst auch die Dauer. Im Allgemeinen nimmt man an, dass noch Strahlen der Sonne durch Reflexion wirken, wenn die Sonne 18 Grad unter dem Horizonte steht, was 1 Stunde 12 Minuten vor Sonnenaufgang und nach Sonnenuntergang stattfindet, wenn die scheinbare Bahn der Sonne senk-

recht auf dem Horizonte steht. Diese Dämmerung, welche also mit dem Stande der Sonne 18^0 unter dem Horizonte beim Aufgange beginnt und beim Untergange aufhört, nennt man die astronomische Dämmerung im Gegensatze zu der bürgerlichen, unter welcher man die Zeit versteht, in welcher man vor Sonnenaufgang oder nach Sonnenuntergang zur Verrichtung von häuslichen Arbeiten oder Geschäften im Freien keiner künstlichen Beleuchtung bedarf. Denkt man sich 18^0 unter dem Horizonte eine mit diesem parallele Ebene, so schneidet diese das Himmelsgewölbe in einem Kreise, den man den Dämmerungskreis nennt. Geht die Sonne durch diese Ebene, schneidet sie also den Dämmerungskreis, so steht sie 18^0 unter dem Horizonte. Da nun für verschiedene Orte zu derselben Zeit und an demselben Orte zu verschiedenen Jahreszeiten dieser Dämmerungskreis nicht in demselben Augenblicke vor Sonnenaufgang oder nach Sonnenuntergang durchschnitten wird, so folgt hieraus die ungleiche Dauer der Dämmerung. Nennt man σ den Stundenwinkel des gerade 18^0 unter dem Horizonte stehenden Sonnenmittelpunktes, p die geographische Breite des Ortes und d die Declination der Sonne an dem betreffenden Tage, so ist

$$cos\,\sigma = -\frac{sin\ 18^0}{cos\,p\,.\,cos\,d} + tgs\,p\,.\,tgs\,d.$$

Diese astronomische Dämmerung trifft mit der physischen, der wirklich stattfindenden, nicht genau zusammen, weil 18^0 nur eine mittlere Annahme ist. — Neueres in Art. Gegendämmerung.

Die physische Dämmerung ist von manchen Nebenerscheinungen begleitet, die sich mehr oder weniger je nach der Beschaffenheit der Atmosphäre bemerklich machen. Dahin gehören: das Abendroth oder die Abendröthe, das Morgenroth oder die Morgenröthe, die bekannten schönen Farbeneffecte zur Zeit der Dämmerung (vergl. Art. Abendroth); die Gegendämmerung, ein durch den Schatten der Erde hervorgebrachter dunkler Raum im Osten beim Untergange der Sonne (s. Art. Gegendämmerung); das Glühen der Alpen, eine eigenthümliche Färbung der Bergspitzen in den Alpen nach dem Untergange der Sonne (s. Art. Alpenglühen); der Dämmerungsschein, ein weisslicher Schein, der sich im Westen bisweilen nach dem Aufhören der Dämmerung zeigt (s. Art. Dämmerungsschein); Dämmerungsstrahlen, leuchtende Säulen kurz vor oder nach Sonnenuntergang (s. Art. Dämmerungsstrahlen).

Dämmerungskreis ist der Durchschnitt einer mit dem Horizonte eines Ortes parallelen, aber 18 Grad unter demselben liegenden Ebene und des Himmelsgewölbes. Steht die Sonne in diesem Kreise, so ist sie 18 Grad unter dem Horizonte und es beginnt die astronomische Morgendämmerung, oder die astronomische Abenddämmerung hört auf (vergl. Art. Dämmerung).

Dämmerungsschein ist ein weisslicher Schein, der sich im Westen bisweilen nach dem Aufhören der Dämmerung zeigt. Derselbe soll seinen Grund haben in einer Zurückwerfung der Strahlen, welche von dem von der Sonne nach ihrem Untergange direct beleuchteten Theile der Atmosphäre ausgehen. In der Ebene sieht man die Erscheinung nicht leicht.

Dämmerungsstrahlen nennt man leuchtende Säulen, welche man bisweilen zur Zeit der Dämmerung wahrnimmt. Im gewöhnlichen Leben betrachtet man sie als Vorboten vom Regen und sagt: „Die Sonne zieht Wasser". Die Dämmerungsstrahlen zeigen sich gewöhnlich, wenn in der Luft Wolken in der Form des Cumulus oder Cumulostratus (s. d. Art.) schwimmen, so dass zwischen ihnen noch Zwischenräume bestehen. Befindet sich die Sonne noch über dem Horizonte, so gehen gerade Strahlen von ihr aus; ist aber die Sonne eben schon untergegangen, so erscheinen die Strahlen in Folge der Perspective als divergirende Bogen grösster Kreise. Die Erklärung ist darin zu suchen, dass die Wolken in die sonst erleuchtete Atmosphäre Schatten werfen und die Strahlen die Zwischenräume der Schatten sind.

Daguerreotypie bezeichnet die von dem Franzosen Daguerre im Vereine mit Nicephore Niepce erfundene Kunst, die Bilder der Camera obscura auf jodirten Silberplatten zu fixiren, welche zu dem Photographiren überhaupt geführt hat. Niepce's erste Versuche datiren vom Jahre 1813; Daguerre, der unabhängig dasselbe Ziel verfolgte, erfuhr endlich von Niepce's Bemühungen und trat 1829 mit diesem in ein contractliches Verhältniss. Niepce starb 1833; Daguerre trat aber 1839 mit seiner Erfindung hervor und am 15. Juni 1839 wurde ihm eine Nationalbelohnung in einer lebenslänglichen Pension von 6000 Frcs. und von 4000 Frcs. für Niepce's Sohn zuerkannt für die Veröffentlichung des Verfahrens, welche am 29. August 1839 geschah. Daguerre starb am 10. Juli 1851. Vergl. Art. Photographie.

Daltonismus nennt Wartmann die Achrupsie im Allgemeinen, d. h. die Unfähigkeit mancher Augen, gewisse Farben zu unterscheiden; von anderen Seiten ist Tridiopsie, Chromatopseudopsie vorgeschlagen worden. Dalton, der selbst an diesem Fehler litt, hat ihn zuerst mit Sorgfalt beschrieben.

Dalton's Gesetz drückt aus, dass die Spannkräfte der Dämpfe verschiedener Flüssigkeiten für gleich viel Grade über oder unter den respectiven Siedepunkten gleich seien. Es ist dies nur annähernd richtig. Vergl. Art. Dampf.

Damenwinde nennen die Matrosen die Passatwinde, namentlich wird der Theil des Oceans, in welchem der Nordostpassat herrscht, schon seit den Zeiten Don Ulloa's als Meer der Damen bezeichnet, weil dort ein Mädchen das Steuer führen könne.

Dampf bezeichnet eine Luftart, welche durch Abkühlung oder unter verstärktem Drucke oder durch Beides vereint in den tropfbarflüssigen Zustand übergeht, in welchem dieser Stoff überdies gewöhnlich auftritt, z. B. Wasser, Spiritus etc. Erniedrigt man nämlich die Temperatur von Luftarten, welche aus tropfbaren Flüssigkeiten durch Wärmezuführung entstanden sind, bis unter den den Umständen entsprechenden Siedepunkt (s. Art. Sieden), so werden dieselben wieder tropfbarflüssig. Ausserdem ist man im Stande, viele sonst nur luftförmig auftretende Körper durch Abkühlung oder stärkeren Druck oder Beides vereint in den tropfbarflüssigen Zustand zu versetzen, z. B. Kohlensäure etc. Bei sehr starker plötzlicher Abkühlung werden manche luftförmige Körper sogar sofort fest mit Ueberspringung des flüssigen Zustandes, z. B. Schwefelblume aus Schwefeldämpfen, Schnee aus Wasserdämpfen. Die Ueberführung eines aus einer Flüssigkeit bereiteten luftförmigen Körpers in den tropfbarflüssigen Zustand nennt man Destillation, die Ueberführung eines aus einem festen oder flüssigen Körper bereiteten luftförmigen Körpers in den festen Zustand mit Ueberspringung des flüssigen Sublimation (vergl. die betreffenden Art.). Luftarten, welche aus tropfbaren Flüssigkeiten durch Wärmezuführung entstehen und umgekehrt durch Abkühlung wieder in den tropfbarflüssigen Zustand zurückgeführt werden können, nennt man nun vorzugsweise Dämpfe. Diejenigen Luftarten, welche bisher einer Ueberführung in den tropfbarflüssigen Zustand widerstanden haben, heissen permanente Gase, und diejenigen, mit welchen dies gelungen ist, coercible Gase. Coercibel ist z. B. Kohlensäure bei 0° C. und 38 Atmosphären Druck; Salzsäure bei 0° und 26 Atmosphären; Ammoniak bei 0° und $4^1/_2$ Atmosphären; ebenso sind coercibel: Chlor, unterchlorige Säure, schwefelige Säure, Schwefelwasserstoff, Stickstoffoxydul, Cyan, Arsenwasserstoff, schweres Kohlenwasserstoffgas, Jodwasserstoff, Bromwasserstoff, Fluorkiesel, Fluorbor. Permanent sind die atmosphärische Luft, Sauerstoffgas etc. — Man unterscheidet wohl auch Dunst und Dampf, und versteht unter jenem den Zustand, in welchem eine Luftart, welche aus tropfbaren Flüssigkeiten entstanden ist, für das Auge nicht wahrnehmbar ist, unter diesem eine undurchsichtige Masse einer solchen Luftart. Hiernach enthält z. B. die heitere atmosphärische Luft Wasserdünste, aber aus dem Dampfkessel steigen Wasserdämpfe auf. — Wegen der Dampfbildung ist Art. Dampfbildung zu vergleichen.

Die Gesetze der von den Dämpfen ausgeübten Spannung oder Expansivkraft hat namentlich der Engländer Dalton aufgeklärt. Er bediente sich einer Torricelli'schen Röhre (s. Art. Röhre des Torricelli) und brachte in den leeren Raum über dem Quecksilber die zu verdunstende Flüssigkeit. Mit Hilfe eines die Röhre umgebenden Cylinders, welcher mit Wasser von verschiedener Temperatur gefüllt wurde, konnte er die bei der jedesmaligen Temperatur eintretende Ver-

dampfung beobachten. Es zeigt sich hierbei, dass ein bestimmter Raum bei einer bestimmten Temperatur nur eine bestimmte, blos von der Temperatur abhängige, Menge Dampf höchstens aufnehmen kann. Ist dieser Punkt erreicht, so befindet sich der Dampf im Maximum der Expansivkraft (Spannkraft) oder der Dichte, so dass also das Volumen der Gewichtseinheit ein Minimum ist. Die Verdunstung steht dann still, wenn auch noch nicht die ganze Masse des Körpers luftförmig geworden ist, und kann nur durch Temperaturerhöhung, oder durch Erweiterung des Raumes, oder Beides zugleich wieder in Gang gebracht werden. Das Mass für das Maximum der Expansivkraft ist der Unterschied der Quecksilberhöhe in der Röhre von der gleichzeitigen im Barometer. Neigt man die Röhre, so bleibt doch diese Differenz dieselbe, und ebenso wenn man die Röhre aufrichtet oder aus dem Quecksilberbehälter weiter herauszieht, falls nur noch nicht alle Flüssigkeit über dem Quecksilber in der Röhre verschwunden und die Temperatur ungeändert geblieben ist. Jeder Temperatur kommt also, wenn der Raum mit Dämpfen vollständig erfüllt, also gesättigt ist, eine bestimmte Grösse, ein Maximum der Expansivkraft des Dampfes zu. Diese Maxima zu ermitteln war die Hauptaufgabe. Dalton schlug nicht blos den angegebenen Weg ein, sondern prüfte seine Resultate noch durch Versuche über das Sieden der Flüssigkeiten unter dem Recipienten der Luftpumpe, indem er den jedesmaligen Druck am Luftpumpenbarometer beobachtete. Während des Siedens überwindet der aus dem Innern der Flüssigkeit aufsteigende Dampf durch seine Expansivkraft den auf der Flüssigkeit lastenden Druck, weshalb auch der Siedepunkt bei einer um so niedrigeren Temperatur liegt, je geringer der äussere Druck ist; folglich wird die Expansivkraft dem bei der Siedetemperatur auf die Flüssigkeit lastenden Drucke gleich zu setzen sein. Um die Expansivkraft des Wasserdampfes für Temperaturen über 100° C. zu ermitteln, brauchte Dalton eine Röhre, welche wie die eines Heberbarometers gebogen war, jedoch mit dem Unterschiede, dass der längere Schenkel offen, der kürzere verschlossen war und in diesen das zu verdampfende Wasser kam. — Dulong und Arago steigerten bei den Versuchen, welche sie in einem Thurme des *Collège de Henri IV.* anstellten, die Expansivkraft bis zu einem unmittelbaren Drucke von 24 Atmosphären. — Arzberger bestimmte die Expansivkraft des Wasserdampfes für hohe Temperaturen durch Ermittelung der Kraft, mit welcher das Ventil eines Dampfbehälters von dem eingeschlossenen Dampfe gehoben wurde. — Ohne alle die Physiker namhaft zu machen, welche sich zum Theil schon vor Dalton mit der Bestimmung der Expansivkraft des Dampfes von Wasser und von anderen Flüssigkeiten beschäftigt haben, genüge es hier zu erwähnen, dass die Resultate von Magnus in Berlin, ebenso die von Regnault in Paris die zuverlässigsten sind. Folgende, allerdings nicht vollständige, aber für unsern

Zweck jedenfalls ausreichende, Tabelle giebt eine Uebersicht der Resultate.

Tabelle der Expansivkraft des Wasserdampfes.

Temperatur nach C.	Expansivkraft in Millimetern Quecksilber nach Regnault.	Gewicht von 1 Cubikmeter Dampf in Kilogrammen.	Volumen von 1 Kilogramm Dampf in Cubikmetern.	Expansivkraft in Atmosphären.	Temperatur nach C.
0	4,600	0,0048	207,365	—	—
5	6,534	0,0067	148,612	0,25	65,35
10	9,165	0,0093	107,787	0,50	81,71
15	12,699	0,0126	79,117	0,75	92,15
20	17,391	0,0170	58,704	1,00	100,00
25	23,550	0,0227	44,028	1,25	106,35
30	31,548	0,0300	33,370	1,50	111,74
35	41,827	0,0391	25,542	1,75	116,43
40	54,906	0,0507	19,736	2,00	120,60
45	71,390	0,0650	15,390	2,25	124,36
50	91,980	0,0826	12,106	2,50	127,80
55	117,475	0,1041	9,6041	2,75	130,97
60	148,786	0,1302	7,6788	3,00	133,91
65	186,938	0,1616	6,1876	3,25	136,66
70	233,082	0,1991	5,0229	3,50	139,24
75	288,500	0,2435	4,1059	3,75	141,68
80	354,616	0,2960	3,3788	4,00	144,00
85	433,002	0,3574	2,7981	4,25	146,19
90	525,392	0,4289	2,3313	4,50	148,29
95	633,692	0,5119	1,9536	4,75	150,29
100	760,000	0,6075	1,6459	5,00	152,22
105	906,410	0,7172	1,3942	5,25	154,06
110	1075,370	0,8426	1,1868	5,50	155,84
115	1269,410	0,9849	1,0153	5,75	157,56
120	1491,280	1,1468	0,8710	6,00	159,22
125	1743,880	1,3277	0,7522	6,25	160,82
130	2030,280	1,5316	0,6519	6,50	162,38
135	2353,730	1,7596	0,5673	6,75	163,88
140	2717,630	2,0137	0,4956	7,00	165,35
145	3125,550	2,2957	0,4346	7,25	166,77
150	3581,230	2,6082	0,3824	7,50	168,15
155	4088,560	2,9525	0,3377	7,75	169,50
160	4651,620	3,3311	0,2992	8,00	170,81
165	5274,540	3,7467	0,2659	8,25	172,09
170	5961,660	4,2000	0,2371	8,50	173,34
175	6717,430	4,6949	0,2120	8,75	174,57
180	7546,390	5,2328	0,1901	9,00	175,77
185	8453,230	5,8140	0,1710	9,25	176,94
190	9442,700	6,4474	0,1541	9,50	178,09
195	10519,630	7,1276	0,1393	9,75	179,21
200	11688,960	7,8616	0,1262	10,00	180,31

Die zweite Colonne giebt die Expansivkraft des Wasserdampfes bei der in der ersten Colonne stehenden Temperatur im Maximum und zwar in Millimetern nach Regnault's Untersuchungen. Die dritte Colonne, welche das Gewicht von 1 Cubikmeter Dampf in Kilogrammen angiebt, wenn bei der in der ersten Colonne stehenden Temperatur Sättigung stattfindet, gründet sich auf Versuche folgender Art. Gay-Lussac brachte eine genau abgewogene Wassermenge, welche in eine dünne Glaskugel eingeschlossen war, in das Torricelli'sche Vacuum einer weiten Röhre, mit welcher er nach dem Dalton'schen Verfahren experimentirte; umgab die Röhre mit einem Glascylinder, den er soweit mit Wasser füllte, dass das Vacuum auch unter demselben war; erwärmte hierauf, bis die Glaskugel zersprang, und bestimmte nun das Volumen des aus dem vollständig verdampften Wasser entstandenen Dampfes im Maximum der Expansivkraft, weshalb der Theil der Röhre, in welchem der Dampf sich bildete, schon im Voraus genau in gleiche Volumina eingetheilt war. Er fand, dass ein Liter Wasserdampf bei 100° C. und 760^{mm} Barometerstand 0,5895 Gramme wiegen würde. Ein Liter atmosphärischer Luft wiegt unter denselben Umständen 0,9454 Gramme, also ist das Verhältniss des Dampfes zur Luft in diesem Falle 10 : 16,03 oder nahe 5 : 8. Ein Liter oder Cubikdecimeter ist $^1/_{1000}$ Cubikmeter, also würde 1 Cubikmeter Wasserdampf bei 100° C. im Maximum der Expansivkraft 589,5 Gramme oder 0,5895 Kilogramme wiegen. Gay-Lussac's Rechnung liegt noch der Ausdehnungscoefficient der Luft 0,375 von 0° bis 100° zu Grunde, während derselbe in der That nur 0,3665 beträgt. Muncke fand später das Verhältniss 5 : 7,875; ausserdem haben Anderson, welcher mit Gay-Lussac sehr nahe übereinstimmte, Brunner, welcher 10 : 16,132 fand, Schmedding, nach welchem bei 20° C. das Verhältniss 10 : 15,873 ist, und Regnault sich mit der Bestimmung der Dichte des Wasserdampfes beschäftigt. Regnault kam namentlich zu dem Resultate, dass die Dichtigkeit des Wasserdampfes bei Sättigung der Luft in niederen Temperaturen nach dem Mariotte'schen Gesetze berechnet werden könne, und dass das Gewichtsverhältniss eines Volumens dieses Dampfes zu einem Volumen Luft bei Gleichheit der Temperatur und des Druckes etwas geringer ist, als die theoretische Dichte des Wasserdampfes. Jetzt nimmt man das Verhältniss 0,6075 : 1 oder 10 : 16,459 als das genaueste für 100° C. an. — Im Allgemeinen giebt 1 Cubikzoll Wasser nahe einen Cubikfuss Dampf von 100° C.; genauer 1 Cubikzoll Wasser bei 28 par. Zoll Barometerstand 1696,4 Cubikzoll oder bei 760^{mm} 1693,55 Cubikzoll Dampf von 100°, da die Siedetemperatur 100° C. bei 28 par. Zoll und bei 760^{mm} nicht dieselbe ist.

Die vierte Colonne lässt sich aus der dritten berechnen, wenn man 1 durch die Zahlen der letzteren dividirt. Die beiden letzten Colonnen sind ein Ergebniss der beiden ersten (vergl. Art. Atmosphärendruck).

Aus der Tabelle ersieht man, dass das Maximum der Expansivkraft um so grösser ist, je höher die Temperatur steigt. Das Verhältniss, welches hierbei stattfindet, ist der Wärme nicht proportional, sondern grösser; das Gesetz indessen, welches die Beziehung zwischen Expansivkraft und Temperatur ausdrücken würde, ist noch nicht bekannt. Man hat über 40 verschiedene Formeln aufgestellt, welche die Abhängigkeit dieser beiden Grössen von einander ausdrücken sollen und dies mehr oder minder den Beobachtungstabellen entsprechend thun, z. B. nach Dulong und Arago gilt für hohe Spannungen:

$$e = (1 + 0{,}007153\ t)^5,$$

wo e die Expansivkraft in Atmosphären für t Grade über 100° C. ausdrückt; nach Regnault entspricht den Temperaturen

unter 0°: $e = 0{,}0131765 + 0{,}29682 . 1{,}0893^{\,t + 32}$;

zwischen 0° und 100°: $\log e = 4{,}7384380 + 0{,}013616 . 1{,}0159329 . t - 4{,}0878 . 0{,}992487 . t$;

über 100°: $\log e = 5{,}826789 - 2{,}945976 . 0{,}994865\ (t - 100)$,

wo e in Millimetern und t in Graden nach C. ausgedrückt ist.

Das Maximum der Expansivkraft bleibt für dieselbe Temperatur dasselbe, mag der Raum luftleer oder mit einer Luftart erfüllt sein, wenn nur letztere mit dem entstandenen Dampfe sich nicht chemisch verbindet. Jede Luftart breitet sich also durch den ganzen Raum aus. Im lufterfüllten Raume erfolgt die Verdampfung indessen langsamer, als im luftleeren. — Der Raum darf z. B. nicht mit salzsaurem oder flusssaurem Gase gefüllt sein. — Es ergiebt sich auch hieraus, dass die gesammte Expansivkraft der in einem Raume enthaltenen luftförmigen Stoffe gleich ist der Summe aus den Expansivkräften der einzelnen. Daraus erklärt sich der Einfluss der Elasticität der Wasserdämpfe in der Atmosphäre auf den Barometerstand (vergl. Art. Barometrie und Dampfatmosphäre).

Bei jeder Temperatur erfolgt Dampfbildung, aber um so schneller, je höher dieselbe ist. — Selbst unter 0° C. findet noch Verdampfung statt, z. B. bei Quecksilber noch bei —10° C., wie man sich durch ein darüber gehaltenes Goldblättchen überzeugen kann. Ein Stück Eis verliert bei strenger Kälte fortwährend an seinem Gewichte. Auch erklärt sich daraus das Trocknen der Wäsche bei Frostwetter, indem das in derselben gefrorne Wasser mit Ueberspringung des tropfbarflüssigen Zustandes luftförmig wird.

Unter sonst gleichen Umständen verdampft von einem Körper in derselben Zeit eine um so grössere Masse, je grösser die Oberfläche ist. — Daher wendet man in Brauereien, Siedereien etc. flache, aber grosse Abdampfpfannen an.

Enthält ein Raum Dampf und nimmt derselbe bei unverändert

bleibender Temperatur keinen mehr auf, so sagt man, der Raum sei mit Dampf gesättigt oder saturirt, andernfalls ungesättigt oder überhitzt. — In einem mit ungesättigtem Dampfe erfüllten Raume kann ohne neue Dampfbildung der Zustand der Sättigung dadurch herbeigeführt werden, dass man eine Abkühlung veranlasst, oder den Raum verkleinert, oder dass Beides vereint geschieht. Wird hierbei das Maximum der Expansivkraft für die vorhandene Dampfmenge überschritten, so bleibt nur so viel Dampf übrig, als das Maximum unter den gerade obwaltenden Umständen verlangt, während der mehr vorhandene Dampf tropfbarflüssig wird. — Enthält ein Raum gesättigten Dampf, ist aber nichts mehr von der Flüssigkeit vorhanden, aus welcher er entstanden ist, und wird die Temperatur erhöht, oder der Raum erweitert, oder geschieht Beides zugleich, so zeigt sich der Raum nicht mehr gesättigt, und erst bei einer niedrigeren Temperatur würde Dampf von der dann statthabenden Spannung und Dichte gesättigt sein. Ungesättigte oder überhitzte Dämpfe verhalten sich bei Temperaturveränderungen, so lange der Sättigungspunkt nicht erreicht ist, wie permanente Gase; bleibt dabei der Raum, welchen sie einnehmen, ungeändert, so steigt die Expansivkraft oder Spannung, aber sie erreicht nicht das der höheren Temperatur zukommende Maximum und ebenso bleibt die Dichte des Dampfes unter der diesem Maximum entsprechenden; würde nur der Raum erweitert, ohne dass sich die Temperatur änderte, so würde sowohl die Expansivkraft, als die Dichte des Dampfes ab-, also das Volumen der Gewichtseinheit zunehmen. — Von diesen Resultaten kann man sich experimentell überzeugen, wenn man Dalton's Versuch anstellt und die Röhre, in deren Vacuum sich die zu verdampfende Flüssigkeit befindet, tiefer in das Quecksilbergefäss eintaucht oder mehr herauszieht. Um die Erscheinung recht auffallend zu machen, empfiehlt es sich, mit Schwefeläther anstatt des Wassers die Versuche anzustellen.

Für verschiedene Flüssigkeiten gilt näherungsweise das Gesetz, dass bei Temperaturen, welche gleich weit von ihrem Siedepunkte bei dem Normalbarometerstande entfernt liegen, das Maximum der Expansivkraft des Dampfes dasselbe ist. Dies Näherungsgesetz, welches indessen in bedeutenden Entfernungen von der Siedetemperatur nicht mehr anwendbar bleibt, ist von Dalton zuerst angegeben und ist daher auch das Dalton'sche Gesetz genannt worden. Für absoluten Alkohol, Schwefeläther, Wasser würde z. B. bei den Siedetemperaturen 78^0, 37^0, 100^0 dasselbe Maximum der Expansivkraft gelten, und ebenso würde dies bei $78^0 \pm t$, $37^0 \pm t$, $100^0 \pm t$ nahe der Fall sein.

Aus der Tabelle ersieht man, dass die Dichtigkeit der gesättigten Dämpfe mit steigender Temperatur zunimmt. In dieser Beziehung gilt das Gesetz, dass sich die Dichtigkeiten wie die Quotienten aus den Temperaturen in die Expansivkräfte verhalten, also dass

$$D : d = \frac{E}{T} : \frac{e}{t}$$

ist, wenn E und e das Maximum der Expansivkraft des Dampfes einer Flüssigkeit bei den Temperaturen T und t bezeichnen und D und d die entsprechenden Dichtigkeiten sind. Es gründet sich die Ableitung dieser Formel auf das Mariotte'sche Gesetz (s. d. Art.) und darauf, dass die Volumenveränderungen luftförmiger Körper der Wärme proportional erfolgen. Denken wir nämlich den Dampf vom Maximum der Expansivkraft E und der Dichtigkeit D durch Ausdehnung oder Verminderung des Druckes ohne Veränderung der Temperatur auf die Dichtigkeit d gebracht, so wird sich die Expansivkraft z. B. in x verändert haben und es muss also nach dem Marriotte'schen Gesetze $D : d = E : x$ sein. Diese Expansivkraft x ist unter der Expansivkraft E bei der Temperatur T; kühlt man nun die Dämpfe ab bis auf die Temperatur t, bei welcher das Maximum der Expansivkraft e ist, so vermindert sich die Expansivkraft x in dem Verhältniss der Temperaturen (nach dem Luftthermometer), folglich ist $T : t = x : e$; aus beiden Proportionen folgt aber

$$D : d = \frac{E}{T} : \frac{e}{t}.$$

Ueber das Maximum der Expansivkraft anderer Flüssigkeiten als Wasser sind mannigfache Versuche angestellt; es wird aber hier genügen auf das Dalton'sche Gesetz zu verweisen, da dies im Allgemeinen ausreichend ist, und die Expansivkraft aus der Tabelle für Wasser zu entnehmen, wenn man von dem betreffenden Siedepunkte ausgeht.

Von der Expansivkraft der Dämpfe macht man nicht nur vielfache Anwendungen, wie namentlich aus dem Art. Dampfmaschine erhellt, sondern es erklären sich aus den obigen Gesetzen auch viele Erscheinungen, z. B. die Vorgänge in der Atmosphäre, welche von der in derselben befindlichen Menge des luftförmigen Wassers abhängen, als Nebel, Wolken, Regen, Thau etc., worüber die betreffenden Artikel das Nähere enthalten. Hier mögen noch einige untergeordnete Fragen ihre Erledigung finden. Woher kommt das Anlaufen oder Beschlagen der Fensterscheiben? Warum beschlagen sie auf der Seite der Stube und nicht aussen nach dem Freien zu? Warum vorzugsweise des Abends? Warum nicht so leicht im Sommer, als im Winter? — Alle diese Fragen erledigen sich daraus, dass in dem Zimmer luftförmiges Wasser ist, welches die in demselben befindlichen Personen ausgehaucht haben. Wird es aussen kälter, so werden auch die Fensterscheiben kälter, folglich auch die Luftschicht in der Stube, welche die Fensterscheiben berührt; geht die Abkühlung soweit, dass die in dieser Luftschicht enthaltenen Wasserdämpfe unter das Maximum ihrer Expansivkraft kommen, so wird der Theil tropfbarflüssig, welcher bei dieser Temperatur zuviel

vorhanden ist, und es setzt sich dies Wasser an der Scheibe an, d. h. sie beschlägt. Es gehört also zum Beschlagen der Fenster eine hinlängliche Temperaturerniedrigung, da dasselbe nicht eher eintreten kann, als bis das Maximum der Expansivkraft überschritten ist; folglich tritt die Erscheinung leichter des Abends und im Winter ein, weil dann die Temperaturerniedrigung grösser ist, als bei Tage und im Sommer, also eher der hinlängliche Grad erreicht wird. — In gleicher Weise erklärt sich das sichtbare Aufsteigen des Dampfes aus einem Gefässe, in welchem Wasser kocht; das Vorkommen von Wassertropfen an dem Deckel eines Gefässes, welches warmes Wasser enthält; das Beschlagen eines kalten Glases, das man über eine heisse Flüssigkeit hält; das Beschlagen eines mit kaltem Wasser gefüllten Glases; das Sichtbarwerden unseres Hauches in der Winterkälte etc. etc.

Dampfatmosphäre. Die unsere Erde umgebende Atmosphäre besteht nicht blos aus Luft, sondern unter dem Einflusse der Wärme entwickelt sich auch Wasser in luftförmiger Gestalt, also als Dampf, und indem sich dieser Dampf durch die Luftatmosphäre ausbreitet (s. Art. Dampf), bildet sich um die Erde gewissermassen eine in der Luftatmosphäre enthaltene Dampfatmosphäre. Ueber den Einfluss dieser Dampfatmosphäre auf den Barometerstand vergl. Art. Barometrie und über den Gehalt der Erdatmosphäre an Wasserdämpfen s. Art. Hygrometrie.

Dampfbildung. Luftarten, welche aus tropfbaren Flüssigkeiten durch Wärmezuführung entstehen und umgekehrt durch Abkühlung wieder in den tropfbarflüssigen Zustand zurückgeführt werden können, nennt man vorzugsweise Dämpfe; da man indessen wahrscheinlich jeden Körper, falls er nur keine Aenderung im Stoffe erleidet, in jeden der drei Aggregatzustände (s. Art. Aggregatsformen) umwandeln kann, so handelt es sich hier nicht blos um die Dampfbildung aus tropfbarflüssigen Körpern, sondern aus Körpern überhaupt.

Die Hauptmittel zur Dampfbildung sind Temperaturerhöhung und Verminderung des Druckes. Als allgemeines Resultat gilt, dass die tropfbarflüssigen Körper, falls sie keine chemische Veränderung erleiden, bei hinlänglicher Temperaturerhöhung unter wallender und zischender Bewegung durch die ganze Masse hindurch in den luftförmigen Zustand übergehen, d. h. sieden oder kochen, worüber der Art. Sieden das Nähere enthält; dass ausserdem ein Uebergang in den luftförmigen Zustand sowohl bei festen, als tropfbarflüssigen Körpern an der Oberfläche ohne eintretende Bewegung und ohne Geräusch stattfindet, und zwar bei festen Körpern mit Ueberspringung des tropfbarflüssigen Zustandes, in welchem Falle man von den Körpern sagt, dass sie verdunsten oder verdampfen. Am Wasser hat man vorzugsweise die hierher gehörigen Erscheinungen studirt. Das Verdunsten fester Körper sieht man z. B. an Eis, welches bei strenger Kälte an seinem

Gewichte verliert, ohne nass zu werden, weshalb auch die Wäsche in solchem Falle trocknet. Ebenso scheint der Geruch von Kupfer und anderen Metallen von einer Verdunstung herzurühren. Jod, Kampher etc. verdunsten wie Eis. Körper, welche schon bei gewöhnlicher Temperatur verdunsten, wie Kampher, Schwefeläther etc., nennt man flüchtige Stoffe. Die Dampfbildung an der Oberfläche erfolgt um so stärker, je grösser die Fläche und je höher die Temperatur ist. Ueber die Menge Dampf, welche ein bestimmter Raum bei einer bestimmten Temperatur höchstens aufnimmt, enthält das Nähere Art. Dampf. Es ist daselbst auch angegeben, dass Dämpfe, die sich nicht mischen, in demselben Raume dieselbe Expansivkraft ausüben, als ob jeder für sich vorhanden wäre; hier fügen wir noch hinzu, dass, wenn man zu Dämpfen aus einer Flüssigkeit eine andere Flüssigkeit bringt, welche sich mit jener mischt und deren Dämpfe bei derselben Temperatur eine geringere Expansivkraft haben, die Expansivkraft der Dämpfe beider Flüssigkeiten geringer ist als die der ersteren allein, und sich umsomehr der Expansivkraft der zweiten nähert, je mehr von der zweiten hinzugefügt wird. Z. B. Aether und Alkohol; Aether und Terpentinöl; Schwefelkohlenstoff und Alkohol; Alkohol und Wasser. Es scheint, dass die eine Flüssigkeit die Theile der anderen an sich zieht, selbst wenn diese dampfförmig sind.

Wie die Erzeugung der Dämpfe unter dem Einflusse der Wärme eigentlich vor sich geht, ist noch unerklärt; man weiss nur, dass eine gewisse Menge des Wärmewesens hinzukommen muss, wenn aus einem Stoffe Dämpfe entstehen sollen. Will man z. B. Wasser von 100° C. in Dampf von 100° C. umwandeln, so muss zu demselben soviel Wärme hinzukommen, dass man mit derselben $5^{37}/_{100}$ mal soviel Wasser von 0° C. bis auf 100° würde erwärmen können. Die Temperatur des Dampfes ist bei der Aufnahme einer so grossen Menge von Wärme seitens des Wassers doch nur die des Wassers; es hat also das Wasser gewissermassen bei der Dampfbildung die Wärme absorbirt, ohne dadurch wärmer zu werden. Man sagt in diesem Falle: die Wärme ist gebunden oder latent. Ebenso wird Wärme gebunden bei dem Uebergange eines festen Körpers in den tropfbarflüssigen Zustand, z. B. bei der Umwandlung des Eises von 0° in Wasser von 0° soviel, dass man damit eine ebenso grosse Masse Wassers von 0° bis auf 79° C. würde erwärmen können. Das Nähere hierüber s. im Art. Wärme, gebundene. — Ausser der gebundenen Wärme besitzt der Dampf noch freie, d. h. auf das Thermometer wirkende. Die Summe der freien und latenten Wärme giebt nach den Versuchen von Clement und Desormes bei jedem Drucke und jeder Temperatur stets eine und dieselbe Zahl, die nur für jede Flüssigkeit eine verschiedene ist. Bei Wasser ist diese Zahl in Graden nach Celsius 637, sodass also Wasserdampf von 100° 537°, von 400° 237°, von 600° 37° gebundene Wärme hat und Wasserdampf von 637 gar keine gebundene, sondern nur

freie Wärme besitzt. Nach Regnault's Untersuchungen gilt dies Gesetz indessen nur unter dem gewöhnlichen atmosphärischen Drucke, indem die Summe aus der latenten und freien Wärme mit dem Drucke zunimmt. — Für Terpentinöl, welches bei 157° C. siedet und die spec. Wärme 0,462 besitzt, ist auf Wasser berechnet die constante Zahl 149,2 oder auf Terpentinöl 323; für Schwefeläther (Siedepunkt 35,5 und spec. Wärme 0,52) 210 oder auf Wasser berechnet 109,3; für Alkohol (Siedepunkt 78,7 und spec. Wärme 0,622) 410 oder auf Wasser berechnet 255,5.

Ueber die Expansivkraft des Dampfes und das Verhalten desselben unter verschiedenem Drucke enthält Art. Dampf das Nöthige; über den Einfluss des Druckes auf die Siedetemperatur und das möglicher Weise gar nicht eintretende Sieden vergl. Art. Sieden; über die Dampfbildung in der freien Atmosphäre vergl. Art. Hygrometrie.

Dampfbläschen oder Dunstbläschen sind kleine Kugeln, welche aus einer Wasserhülle bestehen, die im Innern mit luftförmigem Wasser, also mit Dampf, gefüllt sind. Steigt nämlich Wasserdampf in kälterer Luft auf, so entzieht diese demselben Wärme, und die Folge hiervon ist, dass Wasserkügelchen entstehen, die zurückfallen, nebenbei aber auch Bläschen der bezeichneten Art, welche schweben bleiben, da der eingeschlossene Dampf specifisch leichter ist als die Luft und daher Hülle und Dampf zusammen weniger wiegen können, als die von ihnen verdrängte Luft. Hätte ein solches Bläschen einen Durchmesser von $^1/_{3600}$ Zoll und nimmt man an, dass die Luft 800 mal leichter sei als das Wasser, der Wasserdampf aber halb so leicht als die Luft, so würde ein solches Bläschen schweben, wenn die Hülle eine Dicke von $^1/_{28}$ Milliontel einer Linie hätte. Der aufsteigende Luftstrom trägt jedenfalls dazu bei, dass sich die Bläschen in der Luft halten, wohl gar aufsteigen. Nach ausgeführten Messungen hat man den Durchmesser der Bläschen zu 0,0059 bis 0,0097 Millimeter gefunden. Fraunhofer schloss aus den Höfen um Sonne und Mond, welche er in diesen Bläschen begründet annahm, auf einen Durchmesser von $0,^{mm}0051$ bis $0,^{mm}0306$. Das Vorhandensein solcher Bläschen ist nicht etwa ein hypothetisches, sondern durch die Beobachtung, namentlich beim Nebel, ein thatsächlich erwiesenes. Vergl. Art. Hof. A.

Dampfcylinder ist ein Cylinder (s. d. Art.), in welchem der Kolben durch die Expansivkraft des Dampfes bewegt wird (vergl. Art. Dampfmaschine).

Dampfdreher ist eine von v. Kempelen 1750 angegebene unvortheilhafte Maschine, bei welcher durch Dampf eine Bewegung hervorgebracht wird, wie bei dem Segner'schen Wasserrade durch Wasser. Ein Dampfkessel hatte oben einen durch einen Hahn verschliessbaren Hals, auf dessen Mündung ein drehbares Rohr lag, welches an seinen Enden in demselben Sinne seitwärts gebogen war, so dass der aus-

strömende Dampf durch die Reaction das Rohr den Mündungen entgegengesetzt herumdrehte.

Dampfelectrisirmaschine, s. Hydroelectrisirmaschine.

Dampfen sagt man von Gegenständen, wenn sie mit einer sichtbaren Schicht von Dampf bedeckt sind, oder eine solche von ihnen aufsteigt. Es zeigt sich das Dampfen bei offenen Gefässen, welche mit einer heissen Flüssigkeit gefüllt sind, ebenso als Nebel über Flüssen und an Bergen. Der Dampf besteht aus Wasserkügelchen und Dampfbläschen (vgl. Art. Dampfbläschen).

Dampfgehalt der Atmosphäre, s. Art. Dampfatmosphäre und Hygrometrie.

Dampfgeschütz ist ein Apparat zum Werfen von Projectilen, bei welchem der Dampf die Stelle des Schiesspulvers oder der comprimirten Luft vertritt. Der Gedanke, Dampf zu dem angegebenen Zwecke zu benutzen, ist zuerst klar ausgesprochen worden 1688 von Papin in Marburg. Im Jahre 1745 soll man zu Kensington eine Dampfkanone probirt haben. Watt liess durch Hornblower eine Dampfrakete verfertigen und schlug 1805 Dampfgeschütze zur Vertheidigung von Festungen vor. Girard, französischer General, liess einen locomobilen Dampfkessel mit 6 Flintenläufen anfertigen und soll in jeder Minute 180 Schuss gethan haben; auch wird erzählt, dass 1814 zur Vertheidigung von Paris eine Anzahl solcher Maschinen in Bereitschaft gewesen seien. Das meiste Aufsehen hat der Amerikaner Perkins erregt, der sich 1824 ein Patent ertheilen liess auf eine verbesserte Methode, Bomben und anderes Wurfgeschütz zu werfen. Mittelst eines Eisencylinders, dessen Wände 3 Zoll stark waren und der — ganz mit Wasser gefüllt — in einem Ofen rothglühend erhalten wurde, erzeugte Perkins in einer besonderen Dampfkammer Dampf von einer Spannung, die gewöhnlich 800 Pfund Druck auf einen Quadratzoll, also 50 Atmosphären, betrug. Den Eisencylinder nannte er den Generator. Der Dampf wurde in ein Geschütz, das Dampf-Wurfrohr, geleitet und vertrat hier die Stelle des Pulvers. Ungeachtet der Erwartungen, welche durch die ersten Berichte erregt wurden, und ungeachtet der Bemühungen, den Apparat zu vervollkommnen, indem namentlich der Generator beseitigt wurde, der sich durchaus nicht dauerhaft erwies, hat sich kein befriedigendes Resultat herausgestellt. Das Dampfgeschütz hat namentlich deshalb keine praktische Verwendung gefunden, weil es unmöglich gewesen ist, den Dampf so lange zu halten, als man will. Der Generator arbeitete nicht länger als 2 bis 3 Minuten mit der erforderlichen Spannung. Dampfkanonen zu construiren gab Perkins ganz auf; mit Dampfflinten beschäftigte er sich noch 1851.

Auf Dampfschiffen hat man die Kraft der Dampfmaschine benutzt, um Windbüchsen schnell mit der gehörigen Menge von comprimirter Luft zu laden. Die Dampfmaschine arbeitet in diesem Falle an der

Compressions-Pumpe (s. Art. Compressionsmaschine); es ist also eine solche Windbüchse eigentlich kein Dampfgeschütz (vergl. Dingler's Journal 1827. Bd. 26. S. 397).

Dampfheizung ist eine Heizungsart der Wohnungen, bei welcher die bei der Condensation der Wasserdämpfe frei werdende Wärme zur Erwärmung benutzt wird. Man hat dies Princip in verschiedener Weise zur Ausführung gebracht. Aus einem Dampfkessel führt man ein Steigrohr vertical in die Höhe und lässt von demselben nach den zu erwärmenden Räumen und durch diese hindurch schräg abwärts gehende Röhren abzweigen. Die Röhren erwärmen sich durch die Dämpfe selbst und durch die aus den condensirten Dämpfen abgegebene Wärme, und somit werden auch die Räume erwärmt, wenn die Röhrenfläche im richtigen Verhältnisse zu denselben steht. Das condensirte Wasser leitet man zu dem Dampfkessel zurück, indem man entweder alle Röhren, in welchen dasselbe abfliesst, zu einer in den Kessel mündenden Röhre vereinigt, in welchem Falle indessen durch ein Ventil dafür gesorgt werden muss, dass das Kesselwasser nicht in diese Röhren steigen kann, oder man bringt einen besonderen Condensator (s. Art. Condensator des Dampfes) an und speist dann den Kessel mit dem hier gesammelten Wasser. Für Wohnzimmer ist diese Art nicht zweckmässig, da die Röhren die Zimmer verunstalten, wohl aber eignet sich dieselbe für Fabrikräume. Folgende Einrichtung ist für Wohnzimmer vorzuziehen.

Von der aus dem Dampfkessel vertical aufwärtsgehenden Röhre führt man Zweigröhren zu den einzelnen Zimmern und führt diese an der passendsten Stelle zu besonderen in den Zimmern stehenden Heizapparaten. Diese Heizapparate, deren Form sehr verschieden sein und sogar eine Zierde des Zimmers abgeben kann, bestehen in der Hauptsache aus kupfernen Cylindern, etwa dreimal so hoch als breit und auf hölzernen Sockeln stehend. In den inneren, dampfdichten, hohlen Raum gelangen die zur Heizung zu verwendenden Dämpfe durch eine kupferne Röhre, welche sich hinter dem Ofen in zwei Arme theilt, von denen der eine den Dampf gleich oben, der andere dicht über dem Boden einführt. Jeder Arm hat einen Hahn, so dass der Dampf nach Belieben oben, oder unten, oder auch an beiden Stellen zugleich einströmen kann. Ebenso befindet sich ein Hahn an der vorderen Seite des Ofens dicht über dem Boden des Cylinders oder auch an der Unterfläche desselben, 1) um beim anfänglichen Einlassen des Dampfes durch den oberen Hahn der Luft den Austritt zu ermöglichen, 2) um Abends bei aufhörender Heizung das condensirte Wasser zu entfernen, 3) um durch denselben sich jederzeit kochendes Wasser zu verschaffen, da man zur Erwärmung des condensirten Wassers nur nöthig hat, den Hahn des unteren Armes zu öffnen. An der Rückwand des Ofens ist endlich ein Ventil zum Eintritte atmosphärischer Luft angebracht, sobald durch eine etwa eintretende Abkühlung die innere Spannung abnehmen sollte. Da hier eine

Erwärmung des Cylinders bis auf 100° C. eintritt, so genügen auf 1000 Cubikfuss des zu erwärmenden Raumes 8 bis 10 Quadratfuss Ofenfläche.

Dampfhöhlen oder Dunsthöhlen nennt man Höhlen, denen zeitweis Nebel entsteigen (vergl. Art Dampfen). Eine solche Höhle ist das sogenannte Nebelloch in der Zips in Ungarn bei dem Dorfe Zdiar am Fusse des Magurara-Gebirges.

Dampfkammer nennt man bei den Dampfmaschinen den Raum neben dem Dampfcylinder, in welchen das Dampfrohr mündet und der das Schiebeventil enthält.

Dampfkanone, s. Art. Dampfgeschütz.

Dampfkessel nennt man den Theil eines Dampferzeugungsapparates, in welchem durch Erhitzung von Wasser Wasserdampf erzeugt und zur Verwendung angesammelt wird. Derselbe muss den Dampf in der erforderlichen Menge, mit der erforderlichen Spannung und unter dem möglichst geringsten Verbrauche von Brennmaterial liefern und selbstredend möglichst grosse Sicherheit bieten. Es zerfällt hiernach der Dampferzeugungsapparat in zwei wesentliche Theile: den Kessel und die Feuerung. Mit Rücksicht auf die Spannung des Dampfes, welcher durch einen Kessel erzeugt werden soll, unterscheidet man: Nieder- und Hochdruckkessel, zwischen denen man noch Mitteldruckkessel einschalten könnte. Hat der Dampf nur einen geringen Ueberdruck über die äussere Luft (s. Art. Atmosphärendruck), so ist der Kessel ein Niederdruckkessel; ist die Dampfspannung grösser als eine Atmosphäre Ueberdruck, wobei man jedoch nicht leicht acht Atmosphären übersteigt, so nennt man den Kessel Hochdruckkessel. Bei einem Mitteldruckkessel würde der Ueberdruck des Dampfes etwa $^1/_4$ bis zu drei Atmosphären betragen. — Das Material des Kessels ist Schmiedeeisen, oder bei kleineren Kupfer; zu Siederöhren bis zu 4 Zoll Durchmesser nimmt man wohl auch Messingblech. — In der Form weichen die Kessel sehr von einander ab. Es ist dieselbe zum grössten Theile durch die zu Gebote stehenden Räumlichkeiten bedingt, und daher unterscheidet man stationäre (feststehende) und locomobile (bewegliche) Kessel. Die ersteren sind der Form nach Koffer- oder Wagenkessel, Cylinder- oder Walzenkessel mit äusserer Feuerung für Hochdruck, Cylinderkessel mit innerer Feuerung oder Cornwallkessel für Niederdruck, oder Cylinderkessel mit Siederöhren (Bouilleurs) für Hochdruck; bei den letzteren unterscheidet man den Locomotiv- oder Röhrenkessel für Hochdruck und den Schiffsdampfkessel mit innerer Feuerung und senkrechten Wasserkammern für Niederdruck. Der Kofferkessel ist an seiner Unterfläche concav und an den Seiten nach einwärts eingebogen; das Feuer streicht unter der Bodenfläche hin, wendet sich dann hinten seitwärts, geht an der einen Seitenfläche nach vorn, dann an der Vorderfläche vorbei und an der anderen Seitenfläche

nach hinten, und tritt hierauf erst in den Schornstein. Der Cylinderkessel mit äusserer Feuerung ist vollkommen cylindrisch und an den Endflächen durch Halbkugeln geschlossen. Der Durchmesser beträgt höchstens 4 Fuss, die Länge das Fünf- bis Siebenfache. Der Cylinderkessel mit innerer Feuerung ist ein Cylinder mit ebenen Kopfplatten. Im Innern des Kessels liegt ein Heizrohr, welches den ganzen Feuerraum nebst Rost enthält; das Feuer schlägt an den Seiten in Zügen nach vorn, streicht bisweilen noch durch einen Unterzug unter dem Kessel weg und mündet dann erst in den Schornstein. Das Heizrohr muss wenigstens 5 Zoll vom Boden des Kessels entfernt bleiben und mindestens ebensohoch vom Wasser bedeckt sein. Der Cylinderkessel mit Siederöhren, auch nach dem Erfinder Woolf'scher Kessel genannt, besteht aus einem Cylinderkessel mit äusserer Feuerung, an welchem unten eine oder zwei, selten drei, Siederöhren von 12 bis 24 Zoll Durchmesser angebracht sind, die mit dem Hauptkessel durch wenigstens zwei kurze Verbindungsröhren von mindestens 12 Zoll Durchmesser in Verbindung stehen. Der Locomotivkessel ist seiner ganzen Länge nach, die 6 bis 14 Fuss beträgt, mit 70 bis 150 Röhren aus gezogenem Messing oder Schmiedeeisen durchzogen, welche beiderseits offen sind und den Feuerraum oder die Feuerbüchse mit der Rauchkammer verbinden. Die Feuerbüchse, die in ihrer Form den Kofferkesseln ähnlich ist, besteht aus einem Doppelkasten von Eisenblech, dessen Zwischenräume mit Wasser angefüllt sind und dessen Decke ebenfalls unter Wasser steht, so dass das Feuer fast ganz von Wasser umgeben ist. Das Feuer und die heissen Gase schlagen durch die horizontalen Heizröhren des Kessels hindurch bis in die hinten angebrachte Rauchkammer und treten dann in den Schornstein. Der Schiffsdampfkessel mit innerer Feuerung und senkrechten Wasserkammern für Niederdruck gleicht der äusseren Form nach einem Kofferkessel, hat im Innern zwei durch eine senkrechte Wasserkammer getrennte Feuerungen, die sich jedoch hinter der Feuerbrücke in einen Zug vereinigen, und der Zug des Feuers geht in mehreren durch senkrechte Wasserkammern getrennten Windungen durch den Kessel. Will man auf Dampfschiffen Hochdruck benutzen, so wendet man gewöhnlich Röhrenkessel an, die sich aber von den Locomotivkesseln besonders dadurch unterscheiden, dass — da sie wegen der Räumlichkeit weniger lang als hoch construirt werden müssen — der Feuerraum sich unter dem Kessel befindet, das Feuer dann durch die Heizröhren von hinten nach vorn schlägt und daher auch durch den vorn angebrachten Schornstein, welcher durch den oberen Theil des Kessels hindurchgeht, entweicht.*)

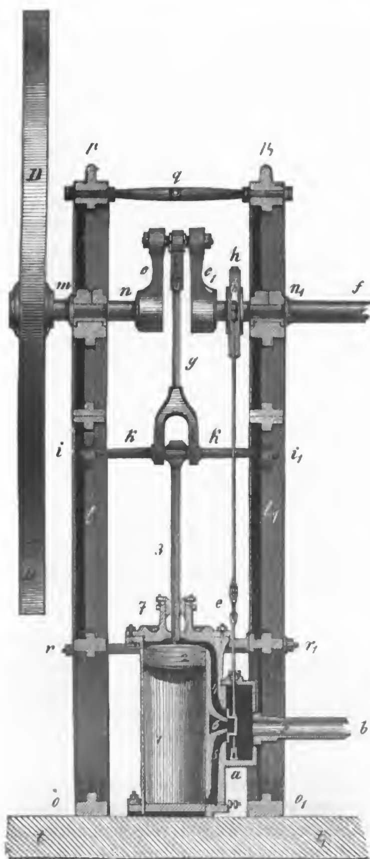
*) Näheres über die Dampfkessel findet man in: Die Dampfmaschine. Ein Wegweiser in die Dampfmaschinenkunde für Jedermann, besonders für Fabrikanten und angehende Techniker. Von Dr. A. H. Emsmann. Leipzig. Verlag von Otto Wigand. 1858.

Dampfkugel, Windkugel oder Aeolipile nennt man einen kleinen Dampfkessel mit einem aus dem Dampfraume abgehenden Rohre (Blaserohr). Eine Kugel aus geschlagenem Kupfer von 2 bis 3 Zoll Durchmesser reicht zur Demonstration der Wirkung des Apparates vollständig aus. Trifft man die Einrichtung, dass nur ein kurzes mit einem Absperrhahne versehenes Blaserohr abgeht, auf welches man verschieden geformte Röhren luftdicht aufschrauben kann, so ist noch ein kleines nach aussen sich öffnendes Ventil (Sicherheitsventil) anzubringen, um eine Explosion zu verhüten. — Erwärmt man die nur mit Luft erfüllte Kugel und leitet das gebogene Blaserohr in Wasser, so zeigt sich an den aus der Mündung austretenden Blasen, dass die Luft durch die Wärme ausgedehnt wird. — Lässt man die so erwärmte Kugel sich abkühlen, so steigt Wasser durch das Blaserohr in die Kugel, und man sieht also, dass die Luft sich durch Abkühlung zusammenzieht oder an Expansivkraft verliert, und überzeugt sich gleichzeitig von dem äusseren Luftdrucke. Um das plötzliche Eindringen des kalten Wassers in die heisse Kugel zu vermeiden, wodurch leicht eine Explosion herbeigeführt werden könnte, ist es zweckmässig, das Blaserohr während der Abkühlung abzusperren und den Hahn erst zu öffnen, wenn die Temperatur niedrig genug erscheint. — Ist die Kugel mit Wasser gefüllt, so sieht man den Dampf in einem Strahle heraustreten und überzeugt sich von seiner starken Spannung. — Setzt man ein Reactionsrohr (s. Art. Dampfdreher) auf, so erhält man den Dampfdreher. — Lässt man die Wasserdämpfe in kaltes Wasser eintreten, so erwärmt sich dieses und man überzeugt sich von der latenten Wärme des Dampfes. — Statt mit Wasser kann man die Kugel mit Spiritus füllen und ähnliche Versuche anstellen. — Lässt man die Spiritusdämpfe durch eine Lichtflamme treten, so erhält man eine Feuerfontaine. — Biegt man das Blaserohr um, so dass es in die Spiritusflamme mündet, welche die Kugel erhitzt, so erhält man eine Stichflamme, die man zum Glasschmelzen und Löthen benutzen kann etc.

Heron von Alexandrien hat bereits die Aeolipile als Dampfdreher benutzt und wird daher von manchen Seiten als Erfinder der Dampfmaschine angesehen. — Jetzt wird die Dampfkugel seltener angewendet, da man die meisten der angegebenen Versuche anschaulicher und bequemer auf andere Art anstellen kann, z. B. viele derselben durch eine gläserne Retorte.

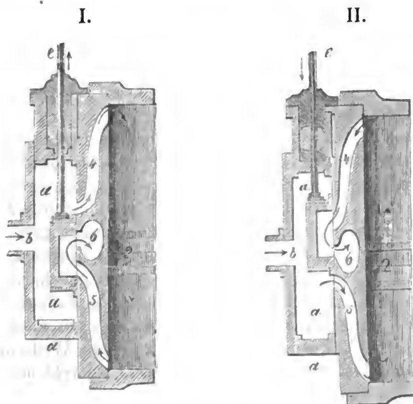
Dampfmaschine nennt man eine Maschine, bei welcher die Expansivkraft des Dampfes und zwar vorzugsweise des Wasserdampfes benutzt wird, um regelmässige Bewegungen hervorzubringen, die man entweder direct oder indirect mittelst Zwischenmaschinen zu mechanischen Zwecken verwendet. Es muss an dieser Stelle die technische Seite, in Bezug auf welche es genügt, auf die am Schlusse des Artikels Dampfkessel citirte Schrift: „Die Dampfmaschine“ zu verweisen, zurückstehen; es

kommt hier nur darauf an, zu erläutern, wie mittelst der Spannung der Dämpfe eine hin- und hergehende Bewegung erzielt werden kann, die dann zu den verschiedenartigsten Bewegungen verwendbar ist. Um den Einblick in den Zusammenhang zu erleichtern, legen wir in nebenstehender Figur die Zeichnung einer Hochdruckmaschine ohne sogenannte Expansion und ohne Condensation zu Grunde. In der Zeichnung ist (1) ein starkwandiger metallener Cylinder, in dessen Innern ein Kolben (2) stets luftdicht anschliesst. Der Cylinder ist oben und unten luftdicht verschlossen; durch den oberen Verschluss geht aber eine an dem Kolben befestigte, durchweg gleich dicke Stange, die sogenannte **K o l b e n s t a n g e** (3) luftdicht hindurch, was mittelst in Oel getränkter, fest aneinander gepresster Lederscheiben, d. h. mittelst einer **S t o p f b ü c h s e**, die bei (7) in der Figur durch den hellen Kreis angedeutet ist, erreicht wird. Die eine Cylinderwand — in der Zeichnung die rechte — ist durch ihre Dicke ausgezeichnet und aussen ganz eben abgeschliffen. Von ihr gehen drei Oeffnungen aus, von denen die eine (4) dicht am Deckel, und die zweite (5) dicht am Boden des Cylinders in das Innere desselben mündet, während die dritte,



(6) zwischen jenen — also zwischen (4) und (5) — liegende, nur theilweise in die Cylinderwand hineingeht, dann aber eine seitliche

Richtung einnimmt und — wie wir hier annehmen wollen — nach aussen in die freie Luft (bei der Locomotive z. B. in den Schornstein) führt. Der Theil der Cylinderwand, welcher diese drei Oeffnungen enthält, ist mit einem starkwandigen, metallenen Kasten *a* überdeckt, welchen wir den Vorraum oder die Dampfkammer oder den Steuerkasten nennen wollen. Die Röhre *b*, welche in diese Dampfkammer mündet, steht mit dem Kessel, in welchem der Dampf erzeugt wird, in Verbindung und heisst das Dampfrohr. In der Dampfkammer befindet sich nun ein Schieber, das sogenannte Muschel- oder *C*-Schiebeventil, welches aus einem flachen eisernen Kasten besteht, der im Durchschnitt mit dem Buchstaben *C* Aehnlichkeit hat oder mit einem gewöhnlichen flachen Schubkasten verglichen werden kann, der mit seiner Oeffnung über der abgeschliffenen Seite des Cylinders liegt und rings herum einen überstehenden, abgeschliffenen Rand hat. An diesem Schieber ist eine Schiebestange *e* befestigt, welche ebenso wie die Kolbenstange mittelst einer Stopfbüchse luftdicht durch die Wand der Dampfkammer hindurchgeht, und mittelst deren Verschiebung das Schiebeventil in die beiden durch die nebenstehenden Zeichnungen I. und II. veranschaulichten Stellungen gebracht werden kann, so dass bei der einen (I.) die beiden Oeffnungen (5) und (6), bei



der andern (II.) die beiden Oeffnungen (4) und (6) von der Höhlung des Schiebeventils bedeckt sind.

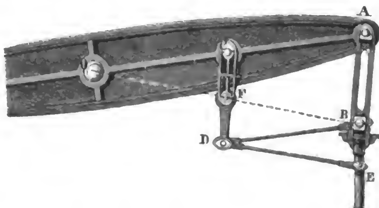
Nehmen wir an, das Schiebeventil habe die Stellung der Figur I., so geht der Dampf durch die Oeffnung (4) in den Cylinder und erfüllt daselbst den Raum oberhalb des Kolbens. Da nun die Röhre (6) in

die äussere Luft mündet, so dringt diese durch (6) und (5) in den Raum unterhalb des Kolbens. Der Dampf drückt stärker als die atmosphärische Luft, folglich muss der Kolben und mit diesem die Kolbenstange eine Bewegung nach dem Cylinderboden hin machen, wobei die unterhalb des Kolbens befindliche Luft durch (5) und (6) nach aussen gedrängt wird. Nehmen wir jetzt an, dass das Schiebeventil, sobald der Kolben nahe an dem Boden des Cylinders angekommen ist, in die Stellung der Figur II. geschoben wird, so steht der Dampf oberhalb des Kolbens nicht mehr mit der Dampfkammer in Verbindung, die Oeffnung (4) liegt vielmehr unter dem Schiebeventile; folglich wird dieser Dampf auf dem Wege (4) und (6) in die äussere Luft entweichen. Andererseits ist die Oeffnung (5) aus dem Schiebeventile herausgetreten, liegt frei in der Dampfkammer, und folglich dringt der Dampf des Kessels durch (5) jetzt in den unterhalb des Kolbens befindlichen Raum des Cylinders. Der oberhalb des Kolbens noch vorhandene Dampf drückt, da er zum Theil in die äussere Luft entwichen ist und überhaupt mit dieser in Verbindung steht, nicht stärker als die äussere Luft selbst, der Dampf unterhalb des Kolbens aber stärker; folglich macht jetzt der Kolben und mit diesem die Kolbenstange eine Bewegung nach dem Deckel des Cylinders hin. Nehmen wir an, dass, sobald der Kolben bis nahe an den Deckel des Cylinders gekommen ist, das Schiebeventil wieder in die Stellung der Fig. I. verschoben wird; so entweicht der Dampf unterhalb des Kolbens durch (5) und (6) in die äussere Luft, der Dampf der Dampfkammer dringt durch (4) wieder oberhalb des Kolbens in den Cylinder ein, und der Kolben macht wieder die Bewegung nach dem Boden des Cylinders hin.

Die hin- und hergehende Bewegung der Kolbenstange wird nun durch mechanische Hilfsmaschinen zu den verschiedenartigsten Bewegungen benutzt. In unserer Hauptfigur z. B. erhält die Kolbenstange durch die Stange *k k* an dem Gestelle *i i*, eine Geradführung, indem die Stange *k* mit ihren Enden zwischen zwei Schienen an dem Gestelle entlang gleitet oder mit gabelförmigen Enden über eine an dem Gestelle angebrachte Nuth greift; an *kk* ist die Lenk- oder Pleuelstange *g* mit gabelförmigem Ende drehbar und greift mit dem anderen Ende an die Verbindung der beiden an der Welle *n n*, angebrachten Kurbeln *c* und $c_,$, so dass durch die hin- und hergehende Bewegung der Kolbenstange die Welle und mit ihr das an derselben befestigte Schwungrad *DD* gedreht und durch die Verlängerung der Welle *f* die Bewegung anderen Mechanismen mitgetheilt wird. — Von den vielen anderen Dispositionen zur Geradführung — (vergl.: „Die Dampfmaschine“ S. 158 — 164) — führen wir hier nur noch die Geradführung durch das Watt'sche Parallelogramm an, da dasselbe noch vielfach zur Anwendung kommt, und überdies Watt dadurch die Benutzung der Dampfkraft zur Bewegung des Balanciers in beiden Richtungen gewann, was bis dahin (1784) nicht mög-

lich war. Der Balancier war — nebenbei gesagt — damals noch von Holz und erst seit 1799 hat man denselben aus Eisen hergestellt.

Der Balancier (s. d. Art.) beschreibt mit seinen Endpunkten Kreisbogen, während die Kolbenstange gerade bleiben soll; hierdurch wird, wenn die Verbindung zwischen Kolbenstange und Balancier fest sein soll, ein Zwischenglied bedingt, und dies ist eben Watt's Parallelogramm. Drei Glieder *AB*, *CD* und *BD* in beistehender Figur, welche an dem einen Ende des Balanciers doppelt, nämlich zu beiden Seiten, angebracht sind, bilden mit dem Balancier selbst, d. h. mit *AC* ein Parallelogramm, welches in seinen vier Winkelspitzen *A*, *B*, *D* und *C* in Charnieren beweglich ist, so



dass die Winkel dieses Parallelogrammes eine Aenderung erleiden und die Seiten ihre Lage verändern können. In der Winkelspitze *B* ist die Kolbenstange eingehängt. Denken wir uns *B* mit dem Drehpunkte *O* des Balanciers durch *BO* verbunden, so will *B* einen Kreisbogen um *O* mit dem Halbmesser *BO* beschreiben; da aber *B* nicht auf einem Bogen, sondern auf einer geraden Linie auf- und niedergehen soll, so kommt es darauf an, den Punkt *B* aus dem Bogen so herauszudrängen, dass dieser sich mehr und mehr der geraden Linie nähert. Dies geschieht dadurch, dass man den Punkt *D* zwingt, einen Bogen zu beschreiben, welcher eine entgegengesetzte Krümmung hat, dessen Mittelpunkt also in entgegengesetzter Richtung von dem des Bogens liegt, welchen *B* beschreiben will. Man bringt deshalb an *D* eine Speiche *DE* an und befestigt diese an einem Punkte *E* des Maschinengestelles, nicht der Kolbenstange, wie es nach der Figur erscheinen könnte. Durch die Bewegung um *O* wird *B* z. B. nach links gezogen, da aber dann *D* gleichzeitig eine Bewegung nach rechts macht und durch *DB* den Punkt *B* wieder rechts drängt, so kann die Abweichung von der geraden Linie bei der Bewegung der Kolbenstange nicht so bedeutend sein, als ohne Parallelogramm der Fall sein würde. Die Speiche *DE* nennt man den Gegenlenker. — Da der Punkt *F* aus gleichen Gründen ebenfalls eine ziemlich gerade Bahn durchläuft, so benutzt man denselben bei den Watt'schen Maschinen zum Anhängen der Kolbenstange der Luftpumpe, die ebenfalls nicht gekrümmt werden darf. — Uebrigens ist die Ausgleichung der beiden Bogen zur geraden Linie nicht vollständig.

Wie das rechtzeitige Verschieben des Schiebeventils mittelst der sogenannten Steuerung von der Maschine selbst besorgt wird, darüber enthält Art. Steuerung das Nähere. — Ueber den Dampfkessel giebt

Art. Dampfkessel Auskunft; über die Dampfspannung der Art. Dampf; überhaupt sind die speciellen Artikel einzusehen.

Die ersten Spuren der Dampfmaschinenkunde finden sich im 17. Jahrhunderte, wenn man von da an rechnet, wo der zu Grunde liegende Gedanke fruchtbar wurde und in einer für das praktische Leben nutzbaren Weise zur Ausführung gelangte. Die Dampfmaschine Heron's von Alexandrien, der ungefähr 120 Jahre v. Chr. lebte, blieb ohne eigentliche Verwendung (vergl. Art. Dampfkugel). Als Erfinder der Dampfmaschine sehen die Franzosen Salomon de Caus (1615) an; da er aber Ingenieur und Baumeister des Churfürsten von der Pfalz war und die von ihm verfasste Schrift: *Les Raisons des Forces mouvantes etc.* in Frankfurt im Drucke erschienen ist, so machen die Deutschen wohl mit mehr Recht auf ihn als ihren Landsmann Anspruch. Den Engländern gilt der Marquis von Worcester als Erfinder der Dampfmaschine. Salomon de Caus hatte das traurige Loos, in Frankreich als Wahnsinniger in den Bicètre gesperrt zu werden, wo er schliesslich wirklich wahnsinnig wurde; der Marquis von Worcester, der damals als Verbannter in Frankreich lebte, soll bei Gelegenheit eines Besuches des Bicètre von den Ideen des Unglücklichen Kunde erhalten haben, wahrscheinlich aber kannte er auch das Werk desselben und somit erhielt er wohl zunächst durch Salomon de Caus die Anregung zu seiner angeblich eigenen Erfindung. Was die Erfindung des Salomon de Caus anbelangt, so bestand sie darin, Wasser mit Hilfe des Feuers über sein Niveau zum Steigen zu bringen, und zwar lag streng genommen nur ein Heronsball (s. d. Art.) zu Grunde, der erhitzt wurde, so dass die entwickelten Dämpfe das Wasser in dem Rohre des Balles empor trieben. Die Beschreibung, welche der Marquis von Worcester von seiner Erfindung giebt, ist nicht einmal klar.

Der Gedanke, Wasser mit Hilfe des Feuers zu heben, ging seitdem nicht wieder verloren. Denis (Dionysius) Papin, Professor in Marburg, beschrieb 1690 einen Apparat, in welchem ein dampfdicht schliessender Kolben durch in Dämpfe verwandeltes Wasser gehoben und nach erfolgter Umwandlung dieser Dämpfe in flüssiges Wasser durch den Druck der äusseren Luft wieder niedergedrückt wurde. Die Maschine wurde nur im Kleinen ausgeführt; für die Anwendung schlug Papin, der bei diesen Versuchen auch das Sicherheitsventil erfand, vor, lieber Dämpfe von hoher Spannung zu verwenden und diese nicht zu condensiren, sondern in die freie Luft ausströmen zu lassen. Diese Idee, die in den jetzigen Locomotiven zur Ausführung gekommen ist, brachte bereits 1724 Leupold zur praktischen Verwendung. Ueber einem Kessel standen zwei Cylinder; das von dem Kessel ausgehende Dampfrohr verzweigte sich in zwei Röhren, von denen je eine in dem Boden eines Cylinders mündete, und an der Verzweigung war eine Klappe angebracht, welche so gestellt werden konnte, dass der Kessel abwech-

selnd mit dem einen Cylinder in Verbindung stand, während der andere durch ein, ebenfalls an der Verzweigung abgehendes, Rohr seine Dämpfe in die freie Luft entweichen liess. — Vor Leupold hatte der englische Capitän Savery 1696 (das Patent ist vom Jahre 1698) eine zum Wasserheben bestimmte Dampfmaschine ausgeführt, welche im Wesentlichen eine Saug- und Druckpumpe vorstellte, bei der jedoch kein Kolben angebracht war, sondern Wasserdampf den Druck und Condensation des Dampfes das Saugen bewirkte. Später (1705) vereinigte sich Savery mit Newcomen und Cowley und es wurde die Dampf-Wasserhebungsmaschine wesentlich verbessert, indem man über dem Kessel den Cylinder anbrachte, durch Dampf den Kolben heben liess und dann durch den atmosphärischen Druck das Zurückgehen des Kolbens bewirkte, indem man den Dampf durch Abkühlung des Cylinders condensirte. Der Atmosphärendruck war hier eigentlich die an der Wasserhebungsmaschine wirksame Kraft. Im Jahre 1712 bewirkte man die Condensation durch Einspritzen von kaltem Wasser in das Innere des Cylinders durch den sogenannten Injectionshahn. Die Drehung der Hähne besorgte ein Kind und bei dieser Gelegenheit erfand Humphry Potter die Selbststeuerung der Maschine.

Die Ehre, den Gedanken der Benutzung des Dampfes als bewegende Kraft theoretisch klar gemacht, auch im Kleinen ausgeführt zu haben, gebührt Papin; den Engländern ist hingegen das Verdienst nicht zu bestreiten, die praktische Verwendung des Dampfes im Grossen zuerst zu Stande gebracht zu haben. Ebenso war es ein Engländer, nämlich James Watt, geb. am 19. Januar 1736 zu Greenock in Schottland, gest. am 25. August 1819, welcher die Dampfmaschine zu der hohen Vollendung führte, welche sie eigentlich erst zu ihren grossartigen Leistungen befähigte, so dass man ihn gewissermassen als zweiten Erfinder der Dampfmaschine betrachten kann. Im Jahre 1763 wurde Watt bei der Reparatur eines Modells einer Newcomen'schen Maschine auf die Fehler und Nachtheile dieser Construction aufmerksam; 1769 erhielt er ein Patent auf eine einfach wirkende Dampfmaschine, bei welcher ein abgesonderter Condensator mit Einspritzung, eine Luftpumpe und ein verbesserter Dampfkolben angebracht waren; in demselben Jahre wurde ihm noch ein Patent auf einen geschlossenen Cylinder, welcher in einen Mantel gehüllt und mit Selbststeuerung versehen war, ertheilt; 1773 verband er sich mit Boulton und errichtete mit diesem zu Soho bei Birmingham eine Fabrik; 1774 erfand er die doppeltwirkende Maschine; 1782 erfolgte das Patent auf eine doppeltwirkende rotirende Maschine mit Schwungrad, 1784 auf das Parallelogramm zur Geradführung der Kolbenstange und auf das Centrifugalpendel (s. d. Art.) als Regulator oder Moderator (s. Art. Regulator). Dies sind einige der hervorstechendsten Erfindungen Watt's; hervorgehoben muss jedoch werden, dass in seinen Patenten fast alle Ideen zu den später an den

Dampfmaschinen angebrachten Verbesserungen sich finden. Im Jahre 1802 erfand Trevethick die Hochdruckmaschine; 1807 lief zu New-York das erste Dampfschiff vom Stapel, worüber Näheres im Art. Dampfschiff enthalten ist; ebenso verweisen wir in Betreff der Locomotiven, die Stephenson eigentlich erst in Vollkommenheit ausführte, auf den Art. Locomotive.

Indem wir nochmals auf die bereits citirte Schrift: „Die Dampfmaschine" verweisen, erwähnen wir hier nur noch, dass man zwei Systeme unterscheiden kann, nämlich Dampfmaschinen ohne Kolben und Dampfmaschinen mit Kolben. Die ersteren sind von geringem praktischen Werthe. Zu ihnen gehört die Maschine von Heron, ebenso eine 1629 von Branca ausgeführte, bei welcher der ausströmende Dampf unmittelbar auf Flügel oder Schaufeln eines Rades wirkte, ferner die erste Wasserhebungsmaschine von Savery, desgleichen eine Maschine von Keir, bei welcher es im Wesentlichen darauf hinauskam, in einer Wassersaugpumpe das Spiel des Kolbens durch in den Stiefel eingelassenen und condensirten Dampf zu bewirken.

Bei den Dampfmaschinen mit Kolben hat man atmosphärische und wirkliche Dampfmaschinen zu unterscheiden. Das Charakteristische der atmosphärischen Dampfmaschinen besteht darin, dass der in einen Cylinder geleitete Dampf einen Kolben nach einer Seite hinschiebt und dieser nach bewirkter Condensation des Dampfes durch den äussern Luftdruck oder durch Gewichte, d. h. durch die Last, mit welcher der Kolben in Verbindung steht, wieder in die entgegengesetzte Bewegung versetzt wird. Der Cylinder steht bei diesen Maschinen stets vertical, und es ergeben sich hiernach zwei Arten, nämlich ob der Dampf den Kolben nach oben oder nach unten treibt. In den ersten atmosphärischen Maschinen war der Cylinder oben offen, der Dampf trieb den Kolben nach oben und der äussere Luftdruck drängte denselben nach der Condensation der Dämpfe wieder nach unten. Hierzu gehörte Papin's kleine Maschine, ebenso die von Newcomen; bei Watt's einfach wirkender Dampfmaschine hingegen trieb der Dampf den Kolben nach unten. Bei dieser Maschine war der Cylinder oben und unten geschlossen; die Kolbenstange ging dampfdicht durch den Cylinderdeckel und stand mittelst einer Kette mit einem Hebel (Balancier) in Verbindung; das Dampfrohr mündete dicht unter dem Deckel, konnte aber noch vor der Einmündung durch ein Ventil geschlossen werden; dicht über dem Boden ging ein Rohr ab nach dem Condensator und dies Rohr konnte ebenfalls noch ausserhalb der Mündung in den Cylinder durch ein Ventil geschlossen werden; ein drittes Rohr verband die oben und unten eintretenden und enthielt ebenfalls ein Ventil. Sind das erste und zweite Ventil geöffnet, so treibt der Dampf den Kolben abwärts; werden diese geschlossen, sobald der Kolben am Boden anlangt, und das dritte Ventil geöffnet, so verbreitet sich der Dampf, welcher

über dem Kolben ist, auch in den Raum unter dem Kolben, es entsteht über und unter dem Kolben gleiche Spannung und das Gewicht am Balancier vermag den Kolben wieder emporzuziehen; hierauf wird das dritte Ventil geschlossen und nach Oeffnung der beiden ersten Ventile beginnt das Spiel von Neuem. Hier wird die Last durch den Dampf gehoben, und daher kommt ein Vorzug, indem man durch höhere Dampfspannung bei einem kleinen Kolben ebensoviel leisten kann, als bei den früheren Maschinen durch den atmosphärischen Ueberdruck an einem grösseren Kolben. Hierzu kommt noch eine bedeutende Ersparniss an Brennmaterial durch den Condensator. Zum Wasserheben, namentlich zur Bewegung von Schachtpumpen wird diese Maschine noch immer häufig gebraucht. Die vollkommensten dieser Maschinen sind die Cornwall-Maschinen, die, wo es nur auf eine auf- und abwärtsgehende Bewegung ankommt, den Vorzug verdienen, zumal sie auch als doppelt wirkende Maschinen eingerichtet werden können. Das Spiel der einfachen Maschine ist genau das vorher angegebene, aber es sind alle Verbesserungen angebracht, welche sich sonst bei den Dampfmaschinen bewährt haben, namentlich kommt auch das Princip der Expansion zur Geltung.

Die wirklichen Dampfmaschinen sind die doppeltwirkenden, bei denen der Dampf den Kolben nach beiden Richtungen treibt, und deren Princip im Anfange dieses Artikels beschrieben ist. Bei diesen Maschinen kann man unterscheiden: Maschinen mit Condensation des Dampfes und Maschinen ohne Condensation und ausserdem mit oder ohne Expansion, so dass sich vier Systeme ergeben: 1) mit Condensation ohne Expansion; 2) mit Condensation und mit Expansion; 3) ohne Condensation und ohne Expansion und 4) ohne Condensation mit Expansion. Nebenbei könnte man noch nach den verschiedenen Bewegungsmechanismen Unterabtheilungen aufstellen, z. B. ob mit oder ohne Balancier, ob mit feststehendem oder oscillirendem Cylinder etc. Hier können wir nur auf kurze Anführungen eingehen und bemerken daher nur, dass zu der ersten Abtheilung die Niederdruckmaschine von Watt gehört, welche überhaupt die erste doppeltwirkende Maschine war. Ihre Erfindung fällt in die Jahre 1774 — 1782 und sie brachte eine vollständige Revolution im Dampfmaschinenwesen hervor. — Zu der zweiten Abtheilung ist die doppeltwirkende Cornwallmaschine zu rechnen, ferner gehört hierher die sogenannte Woolf'sche Maschine. In Bezug auf letztere bemerken wir, dass zuerst Hornblower 1781 auf die Idee kam, den Dampf erst in einem Cylinder auf einen Kolben und dann in einem zweiten Cylinder auf einen zweiten Kolben wirken zu lassen. Arthur Woolf gelang es 1804 diese Idee in vollkommener Weise zur Ausführung zu bringen. Bei diesen Maschinen tritt der Dampf aus dem Kessel zuerst in einen

kleinen Cylinder, arbeitet daselbst mit Volldruck, also ohne Expansion, entweicht dann in den grösseren Cylinder und bewegt hier den Kolben lediglich durch seine Expansion, worauf er erst in den Condensator geht. Ist die Maschine im Gange, so drückt also z. B. der oben in den kleinen Cylinder eintretende Dampf den Kolben herunter, der Dampf unter demselben geht über den Kolben des grossen Cylinders, und der Dampf unter dem letzteren entweicht in den Condensator; hierauf lässt man den Dampf unter den Kolben des kleinen Cylinders treten und diesen emportreiben, der Dampf über demselben geht unter den Kolben des grossen Cylinders und der über dem letzteren entweicht in den Condensator. Beide Kolben heben und senken sich also gleichzeitig, und der Dampf wirkt jedesmal zweimal mit Volldruck und zweimal mit Expansion bei einem Doppelhube oder einem vollen Spiele. In der speciellen Ausführung hat man manche Aenderungen versucht. Man umgab die Cylinder mit ziemlich eng umschliessenden Mänteln von Eisenblech, liess den Dampf vor dem Eintreten in den ersten Cylinder oder nach dem Austreten aus dem zweiten Cylinder diese Mantelräume durchstreichen, um an Brennmaterial zu ersparen; Woolf stellte seinen grossen Cylinder hinter den kleineren — in der Richtung des Balanciers gerechnet —, so dass derselbe einen grösseren Kolbenhub als der kleinere hatte; Humphry Edwards stellte beide Cylinder nebeneinander, wodurch er für beide einen gleich grossen Hub erhielt; Sims stellte beide Cylinder übereinander und zwar liegend etc. — Die Maschinen der dritten Abtheilung sind die Hochdruckmaschinen, von denen eine im Eingange des Artikels zu Grunde gelegt ist. Papin gab die Idee an, Leupold führte sie zuerst 1724 aus, aber erst 1804 geschah ein wesentlicher Fortschritt durch Richard Trewithik, der sich 1802 in Verbindung mit Vivian ein Patent ertheilen liess, auf die Bewegung der Wagen und anderer Gegenstände mittelst der Dampfkraft. Zu den Hochdruckmaschinen gehört auch die von Perkins, worüber im Art. Dampfgeschütz das Wesentliche angeführt ist, die wir aber hier nur historisch anführen, da sie ohne praktischen Erfolg geblieben ist. Die Versuche im Kleinen gelangen, aber im Grossen hielt kein Generator aus. — In Betreff der Maschinen der zweiten und vierten Abtheilung, bei denen es sich um Anwendung des Princips der Expansion des Dampfes handelt, verweisen wir auf Art. Expansions-Dampfmaschine und bemerken nur, dass dies Princip bei allen Arten der Dampfmaschinen zur Verwendung kommen kann.

Ueber die Verwendung der Dampfkraft zu besonderen Zwecken vergl. die betreffenden Artikel, namentlich Art. Dampfschiff, Locomotive.

Dampfpfeife, die, ist eine Pfeife, welche durch Dampf zum Ansprechen gebracht wird. Das Dampfrohr ist an einer Mündung mit einer kreisrunden Scheibe so bedeckt, dass der Dampf unter dieser hin-

weg gehen muss und nur am Rande derselben durch eine feine ringförmige Spalte entweichen kann. Dieser Spalte gegenüber befindet sich in geringem Abstande der Rand einer Glocke und indem der Dampf sich an dem scharfen Glockenrande stösst und sich nach innen und aussen zertheilt, geräth die Glocke in Vibrationen, welche den bekannten durchdringenden Ton erzeugen. — Man hat solche Pfeifen an den Locomotiven, ausserdem aber auch an Dampfkesseln in Verbindung mit den Schwimmern, welche die Höhe des Wasserstandes anzeigen. Sinkt der Schwimmer zu tief, so öffnet sich das zur Dampfpfeife führende Rohr und das Ertönen der Pfeife ist also ein Zeichen, dass in den Kessel Wasser nachgefüllt werden muss. Solche Schwimmer nennt man Alarmschwimmer.

Dampfpresse oder hydromechanische Extractpresse sind Namen, unter welchen Romershausen seine Luftpresse in den Handel brachte (s. Art. Luftpresse).

Dampfraum nennt man bei den Dampfmaschinen den Raum, in welchem der zum Betriebe erforderliche Dampf angesammelt wird. Man macht ihn in der Regel zwölfmal grösser, als das Dampfvolumen, welches für ein Spiel des Dampfkolbens verbraucht wird.

Dampfrohr nennt man bei den Dampfmaschinen das Rohr, welches den Dampf aus dem Dampfraume des Kessels zu dem Cylinder führt.

Dampfschiff ist ein Schiff, bei welchem die Expansivkraft des Wasserdampfes benutzt wird, um einen Mechanismus in Thätigkeit zu setzen, welcher dasselbe in Bewegung setzt. Der Mechanismus besteht entweder in Schaufelrädern, oder in einer Schraube, oder er gründet sich auf das Princip der Rückwirkung wie bei dem Segner'schen Rade. Auf die Construction können wir hier nicht näher eingehen, sondern beschränken uns auf einige historische Notizen. Wegen des Schiffsdampfkessels vergl. Art. Dampfkessel.

Bereits 1702 machte Savery Vorschläge zur Construction von Dampfschiffen, aber erst Robert Fulton's (gest. 1815, 54 Jahr alt) Unternehmen wurde entscheidend. Mit Livingston begann Fulton 1806 zu Newyork den Bau eines ansehnlichen Dampfschiffes und brachte 1807 den Dampfer Clermont zu Stande, welcher auf dem Hudsonflusse in einer Stunde 5 engl. Meilen zurücklegte und 160 Tonnen à 20 Centner trug. Die Amerikaner bauten 1814 und 1815 bereits eine Dampffregatte, welche den Namen Fulton erhielt. In England wurde der erste Versuch von Bedeutung und Erfolg 1812 auf der Clyde bei Glasgow ausgeführt, doch hatte das von Bell gebaute Dampfschiff der Comet nur eine Kraft von drei Pferden und war 40′ lang und $10^1/_2$′ breit. Das 1857 im Bau begonnene Dampfschiff „Great Eastern“ hatte eine Länge von 680′, eine Breite von 83′ und von dem Deck bis zum Kiele eine Tiefe von 60′ mit einer Tragkraft von 22500 Tonnen. In Preussen erhielt Humphry bereits 1815 ein Patent auf seine Dampf-

schiffconstruction. Das erste, welches er baute, hiess „Prinzessin Charlotte“ und fuhr zwischen Berlin, Charlottenburg und Potsdam. Das erste Dampfschiff auf der Elbe war der „Kronprinz von Preussen“ und wurde am 15. August 1837 vom Stapel gelassen. 1838 fuhr das Dampfschiff „Great Western“ zuerst über den atlantischen Ocean von Bristol nach Newyork. — Die Idee, Schiffe durch Schrauben in Bewegung zu setzen, ist nicht erst im 19. Jahrhunderte ausgesprochen worden. Bereits 1727 machte Duquet einen Vorschlag, die Schraube als hydraulische Maschine zu benutzen und dadurch Schiffe stromaufwärts zu bewegen. In Frankreich wurde 1768 die archimedische Schraube unter dem Namen Pterophor zur Fortbewegung der Schiffe anstatt des Ruderns vorgeschlagen. Die erste erfolgreiche Anwendung von der archimedischen Schraube zur Bewegung von Kriegsschiffen bei Windstillen machte John Shorter 1802 in der britischen Marine; indessen hatte die Sache doch keinen rechten Fortgang. Erst in den Jahren 1825 — 1827 schien die Verwendung der Schraube einen neuen Aufschwung zu nehmen, da man sich in Frankreich und England für die Fortbewegung der Schiffe ohne Schaufelräder interessirte. Samuel Brown gewann damals einen hierauf bezüglichen Preis, und es kam auch zum Bau eines Schraubenschiffes von 12 Pferdekraft, bei welchem die Schraube vorn am Bug angebracht war. Ebenso wurden in Amerika Versuche angestellt. Das Jahr 1836 ist das entscheidende. J. P. Smith nahm 1836 ein Patent auf Anwendung der Wasserschraube zur Bewegung der Dampfschiffe, baute 1837 ein Schiff von 34 Fuss Länge und $6\frac{1}{2}$ Fuss Breite, und da die Versuche befriedigten, so bauten George und John Rennie das Schraubenschiff „Archimedes“ von 80 Pferdekraft, 232 Tonnen Last, 125 Fuss Länge, 21 Fuss 10 Zoll Breite und 9 — 10 Fuss Tiefgang. Die günstigen Resultate, welche dies Schiff lieferte, veranlassten die englische Admiralität zu Experimenten und seitdem hat sich der Bau der Schraubendampfer immer mehr ausgedehnt. Das erste Schraubenschiff in Frankreich war der „Napoleon“; in Amerika fuhren 1842 deren bereits 13. Die Oesterreicher betrachten ihren Landsmann Ressel als Erfinder des Schraubenschiffes. — Wegen der Schraube selbst s. Art. Schiffsschraube.

Das dritte System, das der Reaction, ist bereits früher mehrmals versucht worden, aber erst seit 1852 durch A. Seydell in Stettin mit Erfolg zur Ausführung gebracht. Seit 1856 fährt auf der Oder ein von Seydell nach diesem Principe gebautes kleines Schiff „Albert“ und seitdem sind deren mehrere, namentlich für belgische Rechnung, ausgeführt worden. An jeder der beiden Seiten des Schiffs mündet eine knieförmig gebogene Röhre, welche drehbar ist, so dass die Mündung nach vorn oder hinten, nach oben oder unten gestellt werden kann. Eine von der Schiffsdampfmaschine bewegte Centrifugalpumpe (s. d. Art.) saugt durch den mit Löchern versehenen Boden des Schiffs

Wasser und presst dies durch die beiden Röhren aus. Stehen nun beide Röhren mit ihren Mündungen nach hinten, so treibt dies ausströmende Wasser das Schiff durch Reaction nach vorn; stehen beide Mündungen nach vorn, so geht das Schiff rückwärts; steht eine Mündung nach vorn, die andere nach hinten, so dreht sich das Schiff; stehen die Mündungen nach oben oder unten, so steht das Schiff still. Vergl. Art. Rückwirkung.

Dampfwagen, s. Locomotive.

Daniell's Hygrometer ist ein Instrument zur Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes der atmosphärischen Luft, welches sich auf die Condensation der Wasserdämpfe gründet, wenn bei gleichbleibendem Drucke die Temperatur bis auf einen gewissen Punkt erniedrigt wird. Vergl. Art. Hygrometer und Kryophor.

Daniell'sche Kette, s. Becquerell'sche Kette.

Dasymeter ist ein ungeschickter Name für das von Guerike erfundene und Manometer genannte Instrument, welches gewissermassen die Stelle des Barometers vertreten sollte. Es beruht auf der Erfahrung, dass ein Körper in der Luft, ebenso wie in einer Flüssigkeit, soviel an seinem Gewichte verliert, als die verdrängte Luftmenge, resp. Flüssigkeit wiegt, und besteht aus einem kleinen Waagebalken, der an der einen Seite ein kleines Metallgewicht, an der anderen eine verhältnissmässig grosse, hermetisch verschlossene Glaskugel trägt, so dass beide sich bei dem Normalbarometerstande das Gleichgewicht halten. Wird die Luft dichter, würde also das Quecksilber im Barometer steigen, so muss die Zunahme des Gewichtsverlustes für die grössere Kugel mehr als für die kleinere betragen, d. h. die grössere Kugel wird verhältnissmässig leichter werden als die kleinere und der Waagebalken wird ein Uebergewicht der kleineren Kugel anzeigen. Umgekehrt ist es, wenn die Luft dünner wird, d. h. das Quecksilber im Barometer sinkt, und es wird daher der Stand der Zunge am Dasymeter im Allgemeinen einen dem Barometerstande entsprechenden Gang befolgen.

Dauer des Lichteindrucks im Allgemeinen und des electrischen Funkens s. im Art. Lichteindruck.

Davy's Glühlämpchen, s. Art. Glühlämpchen.

Davy's Sicherheitslampe, s. Art. Sicherheitslampe.

Debuskop, eine Abänderung des Kaleidoskops (s. d. Art.), welche im Wesentlichen aus zwei um eine gemeinschaftliche verticale Axe drehbaren Spiegeln besteht, vor welchen die Objecte liegen. Da die Stellung der Spiegel zu einander leicht verändert werden kann, so können auch leicht verschiedene Bilder erzeugt werden.

Decantiren, s. Dekantiren.

Decigramm, französisches Gewicht, gleich $^1/_{10}$ Gramm.

Deciliter, französisches Körpermass, gleich $^1/_{10}$ Liter.

Decimalwaage, s. Art. Waage, ist eine Waage, bei welcher der

abgewogene Körper zehnmal mehr wiegt, als die dabei benutzten Gewichtsstücke.

Decimeter, französisches Längenmass, gleich $^1/_{10}$ Meter.

Declination der Magnetnadel bezeichnet das Nichtzusammenfallen der Axe einer Magnetnadel mit dem astronomischen Meridiane. Im Allgemeinen nimmt die Axe einer Magnetnadel, sobald die Nadel zur Ruhe gekommen ist, eine Stellung von Süden nach Norden an; genauere Beobachtungen haben indessen gezeigt, dass die Stellung nicht nur an verschiedenen Orten verschieden, sondern sogar an demselben Orte veränderlich ist. Nennt man eine in der Richtung der Axe einer ruhigen Magnetnadel gedachte Verticalebene die magnetische Meridianebene und die Durchschnittslinie der magnetischen Meridianebene mit dem Horizonte den magnetischen Meridian, so sagt man, wenn an einem Orte der magnetische und astronomische (d. h. wahre) Meridian nicht zusammenfallen, die Nadel declinire oder zeige eine Declination (Abweichung). Den Winkel, welchen der den Nordpol tragende Theil der Axe der Magnetnadel mit dem nordwärts gerichteten Theile des astronomischen Meridians bildet, also den Winkel, welchen astronomischer und magnetischer Meridian einschliessen, nennt man den Declinationswinkel. Die Declination kann sowohl westlich, als östlich sein.

Die Declination ist jetzt ungefähr in London 23°, Brüssel 20°, Göttingen 17°, Berlin 16°, Breslau $12^1/_2$°, Petersburg 6°, Moskau 3° westlich.

Wie sich die Declination an demselben Orte im Verlaufe der Zeit verändert, zeigt folgende Tabelle über die Declination in Paris:

1580	11°	30′	östlich.	1816	22°	25′	westlich.
1618	8	0	,,	1825	22	22	,,
1663	0	0	,,	1832	22	3	,,
1678	1	30	westlich.	1842	21	25	,,
1700	8	10	,,	1848	20	41	,,
1767	19	16	,,	1849	20	38	,,
1785	22	0	,,	1851	20	25	,,
1805	22	5	,,	1852	20	20	,,
1813	22	28	,,	1853	20	17	,,
1814	22	34	,,				

Wir sehen hieraus, dass die Declination seit 1663 bis 1814, also in runder Zahl in 150 Jahren, immermehr westlicher wurde und seitdem wieder westlich abnimmt. Würden wieder 150 Jahre für die westliche Abnahme vergehen, so würde 1963 die Magnetnadel in Paris genau nach Norden zeigen. Würde dann die Nadel östlich decliniren und nach Verlauf von 150 Jahren die östliche Declination ihr Maximum erreichen, hierauf wieder 150 Jahre lang die östliche Declination abnehmen, so dass im Jahre 2263 die Nadel wieder genau so stehen würde wie im Jahre 1663; so erhielten wir für Paris eine pendelartige Schwankung

der Magnetnadel, welche zu einer Doppelschwingung d. h. zu einem Hin- und Hergange eine Zeit von 600 Jahren beanspruchte. Ob die Erscheinung diesen Verlauf nehmen wird, kann man nicht wissen, da die Beobachtungen noch keinen ausreichenden Zeitraum umfassen. Bei der Entdeckung Amerikas soll man zuerst auf die Declination aufmerksam geworden sein, da aber die frühesten Beobachtungen an Genauigkeit viel vermissen lassen, so kann man erst die Beobachtungen als mehr zuverlässig ansehen, welche gegen Ende des 16. Jahrhunderts ausgeführt worden sind.

Verbindet man auf einem Erdglobus die aneinander liegenden Orte, welche zu gleicher Zeit gleiche Declination haben, so erhält man eigenthümlich verlaufende Curven, welche man isogonische Linien, d. h. Linien gleichzeitiger gleicher Abweichung, nennt. Die Linie, welche die Orte ohne Declination verbindet, heisst die Linie ohne Declination oder ohne Abweichung. Diese Linie ohne Abweichung hatte in der Mitte des 19. Jahrhunderts folgenden Verlauf. Sie beginnt im Süden von Neuholland, schneidet dies in seinem westlichen Theile, wendet sich dann durch den indischen Ocean nach dem persischen Meerbusen, geht von hier nordwärts durch das caspische Meer, tritt zwischen dem Uralgebirge und dem weissen Meere in das nördliche Eismeer, nimmt dann jedenfalls ihren Lauf durch den Nordpol, von da südwärts durch die Gegenden im Norden der Hudsonsbai, durch diese selbst, durch den östlichen Theil der nordamerikanischen Freistaaten, berührt hierauf die östlichsten der kleinen Antillen, geht dann durch die Ostspitze Südamerikas und von da durch den atlantischen Ocean und das südliche Eismeer jedenfalls durch den Südpol der Erde, um sich an den vorher erwähnten Ausgangspunkt anzuschliessen. Die Erde wird durch diese Linie in zwei Theile getheilt und zwar ist auf dem Theile, welcher Afrika enthält, westliche, und auf dem Theile, in welchem der stille Ocean liegt, östliche Declination. Karten, auf welchen die isogonischen Linien verzeichnet sind, nennt man Declinationskarten. Halley (1700) war der Erste, welcher eine Declinationskarte entwarf. Im Jahre 1745 und 1746 gaben Mountain und Dodson eine neue Karte heraus; 1787 erschien ein magnetischer Atlas von Hansteen, ebenso 1794 von Churchmann und 1836 von Duperrey.

Die Veränderung in der Stellung der Magnetnadel, wie sie vorstehend angegeben ist, nennt man, weil sie einen Zeitraum von Jahrhunderten zu ihrer Periode braucht, eine säculare; ausserdem hat man aber mit Hilfe der Declinatorien (s. Art. Declinatorium), welche zu genauen Messungen eingerichtet sind, jährliche und tägliche Veränderungen oder Variationen gefunden.

In Betreff der jährlichen Variationen fand (1786) Cassini für Paris Folgendes: Vom Januar bis zum April nimmt die west-

liche Abweichung zu, vom April bis Anfang Juli ab, darauf bis zur Frühlingsnachtgleiche wieder zu. Seitdem haben sich die Beobachtungen vervielfältigt und es scheint nach ihnen folgendes Gesetz zu gelten: Ist die Declination westlich und nimmt sie von Jahr zu Jahr zu, so ist zwischen dem Frühlingsäquinoctium und dem Sommersolstitium die Stellung weniger westlich, als in den übrigen Monaten; nimmt die Declination westlich von Jahr zu Jahr ab, so fällt die weniger westliche Stellung auf die Zeit zwischen dem Herbstäquinoctium und dem Wintersolstitium.

Die täglichen Variationen zeigen sich in Europa in der Weise, dass sich das Nordende von dem Aufgange der Sonne bis eine Stunde nach Mittag gegen Westen bewegt und dann gegen Osten zurückkehrt. Im Sommer ist die tägliche Schwankung grösser als im Winter; zwischen den Wendekreisen kleiner als in Europa; auf der südlichen Halbkugel erfolgen sie im entgegengesetzten Sinne. Nach Lamont in München hat die tägliche Variation eine ungefähr 11 jährige Periode, die nach Wolf mit der von Schwabe entdeckten Sonnenfleckenperiode übereinstimmt.

Ausser den Variationen beobachtet man noch unregelmässige Schwankungen, die man Perturbationen nennt. Solche Störungen, die sich gleichzeitig über weite Räume erstrecken, werden namentlich durch die Polarlichter, vulkanischen Ausbrüche und Erdbeben veranlasst.

Näheres über den Zusammenhang der Declination mit der Inclination und Intensität s. im Art. Magnetismus der Erde.

Declinationsboussole von Gauss, s. Art. Magnetometer.

Declinationskarte nennt man eine Erdkarte, auf welcher die Declinations- oder isogonischen Linien verzeichnet sind (s. Art. Declination).

Declinationsnadel nennt man die Magnetnadel in einem Declinatorium (s. d. Art.)

Declinationswinkel nennt man den Winkel, welchen der magnetische und astronomische Meridian mit einander bilden (s. Art. Declination).

Declinatorium ist ein Instrument zur genauen Messung der Grösse der Declination der Magnetnadel. Im Allgemeinen gehört dazu eine Magnetnadel, welche sich horizontal frei bewegen kann, mit einer in Grade eingetheilten Kreisperipherie. Zu den feineren Messungen der Variationen bedient man sich des sogenannten Magnetometers, worüber der besondere Artikel zu vergleichen ist.

Decrepitationswasser, s. Art. Decrepitiren.

Decrepitiren oder abknistern oder zerknistern nennt man das Zerspringen von Krystallen unter knisterndem Geräusche, wenn sie erwärmt werden. Die Krystalle, welche diese Erscheinung zeigen, ent-

halten mechanisch eingeschlossenes Wasser, sogenanntes Decrepitationswasser, und indem dies sich ausdehnt oder in Dampf verwandelt, zersprengt es die Umhüllung. Kochsalz decrepitirt lebhaft, wenn es auf eine erhitzte Platte geworfen wird. Kalisalpeterkrystalle decrepitiren schon durch die Wärme der Hand. — Nicht zu verwechseln mit Krystallwasser (s. d. Art.).

Deductiv, s. Art. Inductive Methode.

Deflagrator oder Spirale Hare's ist eine von dem Amerikaner Hare construirte sehr kräftige, einfache galvanische Kette. Er wickelte eine möglichst lange Kupferplatte mit einer eben so langen Zinkplatte zusammen, ohne dass sie dabei in gegenseitige Berührung kamen, weshalb er sie durch starken, gleichzeitig mit eingewickelten, Bindfaden trennte. Die erhaltene Rolle wird durch Bindfaden zusammengehalten und beim Gebrauche in einen Behälter mit Flüssigkeit gesetzt. Eine solche Kette entwickelt namentlich eine bedeutende Wärme.

Deformation, Entstaltung, nennt Fuchs die Ueberführung eines Körpers aus dem krystallisirten in den amorphen Zustand.

Dehnbarkeit bezeichnet allgemein die Eigenschaft mancher fester Körper, vermöge welcher sie Formveränderungen erleiden können, ohne dass eine Trennung der Theile oder ein Zurückgehen in ihre frühere Form eintritt. Ziehbarkeit oder Ductilität, Hämmerbarkeit, Geschmeidigkeit, Streckbarkeit sind besondere Formen der Dehnbarkeit und in besonderen Artikeln nachzusehen.

Dehnkraft wird gewöhnlich Expansivkraft (s. d. Art.) genannt.

Dekantiren heisst eine Flüssigkeit von einem Niederschlage oder von beigemengten festen Theilchen durch vorsichtiges Abgiessen trennen. Eine andere Art ist das Filtriren.

Deklination, s. Art. Declination.

Densimeter, das, von Rousseau ist ein Aräometer (s. d. Art.) zur Bestimmung des spec. Gewichts von Flüssigkeiten, die nur in geringer Menge zu Gebote stehen, z. B. Galle. Das Instrument ist dem Nicholson'schen Aräometer (s. Aräometer. A.) ähnlich, nur befindet sich oben statt der Schaale ein kleines Glasgefäss, an dessen Wand durch einen Strich gerade der Gehalt eines Cubikcentimeters abgemessen ist. Das Gefäss wird mit der zu untersuchenden Flüssigkeit bis zu dem Striche gefüllt und aus einer Skala an dem Drahte, welcher das kleine Glasgefäss trägt, erkennt man beim Schwimmen des Densimeters auf Wasser das spec. Gewicht der zu untersuchenden Flüssigkeit.

Depolarisation besteht darin, dass ein polarisirter Lichtstrahl, der bei einer Stellung des Polarisationsapparates nicht zurückgeworfen wird, durch einen eingeschobenen doppeltbrechenden Körper wieder die Fähigkeit zurückgeworfen zu werden erlangt. Lässt man z. B. einen polarisirten Lichtstrahl bei der Stellung des Analyseurs (s. d. Art.), bei welcher keine Reflexion erfolgt, durch ein Gypsblättchen gehen, ehe er

auf den Analyseur trifft, so wird der Lichtstrahl wieder zurückgeworfen, wenn die Ebene des Hauptschnittes nicht senkrecht oder nicht parallel mit der Polarisationsebene ist. Der Lichtstrahl heisst dann depolarisirt, wiewohl er eigentlich nur nach einer anderen Richtung polarisirt ist.

Depression des Horizontes besteht darin, dass eine von dem Auge eines Beobachters nach der Horizontlinie gezogene gerade Linie mit der durch das Auge gehenden Horizontalen einen Winkel, den Depressionswinkel, bildet.

Destillation bezeichnet im Allgemeinen die Ueberführung eines aus einer Flüssigkeit bereiteten luftförmigen Körpers in den tropfbarflüssigen Zustand, während man die Ueberführung eines aus einem festen oder flüssigen Körper bereiteten luftförmigen Körpers in den festen Zustand mit Ueberspringung des flüssigen eine Sublimation (s. d. Art.) nennt. — Die Destillation wird namentlich vorgenommen, um aus einem Gemenge verschiedener Stoffe die flüchtigeren von den minderflüchtigen zu trennen, z. B. Alkohol von Wasser. Die tropfbarflüssigen Körper haben verschiedene Siedetemperaturen bei dem gewöhnlichen Luftdrucke; wird also ein Gemeng aus verschiedenen Stoffen erwärmt, so geht der flüchtigere eher in den luftförmigen Zustand über als der minder flüchtige, und kühlt man die entstandenen Dämpfe wieder ab, so erhält man den flüchtigeren entweder allein tropfbarflüssig, oder mit einem geringeren Gehalte des minder flüchtigen. Unterwirft man im letzteren Falle die condensirte Flüssigkeit nochmals der Destillation, so wird der Gehalt des minder flüchtigen noch geringer, und setzt man dies fort — wobei man indessen gewöhnlich noch andere Mittel zur Entfernung des minder flüchtigen Stoffes verwendet —, so erhält man den flüchtigeren Stoff in fast reinem Zustande und sagt dann, dass derselbe rectificirt sei. — Zur Destillation hat man besondere Apparate erfunden. Im Kleinen bedient man sich einer Retorte mit einer kalten Vorlage; im Grossen hat man eine mit einem Helme verdeckte Blase und ein besonderes Kühlfass, durch welches das vom Helme ausgehende Rohr in schlangenförmigen Windungen und deshalb die Schlange genannt hindurch geht. — Bei der Destillation ist das Destillat, d. h. der durch die Condensation der Dämpfe gewonnene Stoff, das Hauptproduct; den Gegensatz hierzu bildet das Abdampfen, bei welchem es gerade auf die Gewinnung des Rückstandes abgesehen ist, weshalb man die in den luftförmigen Zustand übergeführten Stoffe gewöhnlich entweichen lässt.

Detonation, Verpuffung, bezeichnet das Eintreten einer Erscheinung in Begleitung von einem mehr oder minder starken Knalle; z. B. die Entzündung des Knallgases bei der electrischen Pistole, die Zersetzung des Knallsilbers durch einen Stoss. Der Knall ist Folge einer plötzlichen Ausdehnung, die jedoch ebenso schnell wieder ver-

schwindet, indem die Luft in den erzeugten leeren Raum mit Heftigkeit einstürzt.

Deupe | **Deuse** } oder Düse ist das Ende der Windleitungsröhre eines Blasebalges oder Gebläses überhaupt.

Deviation bezeichnet die Ablenkung der Compassnadel auf einem Schiffe durch das auf demselben befindliche Eisen. Näheres im Art. Ablenkung der Magnetnadel.

Deviationsscheibe | **Deviationstabelle** } s. Art. Ablenkung der Magnetnadel.

Diabetes bezeichnet einen gekrümmten Heber; Heron von Alexandrien verstand darunter einen Apparat, ähnlich dem Zauberbecher (s. d. Art.).

Diacaustica oder diacaustische Linie ist die durch Brechung entstandene Brennlinie (s. Art. Brennlinie).

Diactinismus bedeutet Durchdringbarkeit für chemische Strahlen. Wasser, Bergkrystall, farbloser Flussspath und Steinsalz zeigen vollkommenen Diactinismus.

Diagometer nannte Rousseau einen Apparat zur Ermittelung der relativen Isolationsfähigkeit oder des relativen Leitungsvermögens verschiedener Flüssigkeiten. Im Wesentlichen bestand der Apparat aus einer verticalstehenden Zamboni'schen Säule (s. d. Art.), deren unterer Pol mit der Erde in leitender Verbindung steht, während von dem oberen zwei Drähte ausgehen, von denen der eine eine schwach magnetische Stahlnadel horizontal schwebend trägt, der andere mit einer Metallkugel oder einem Metallscheibchen versehen ist. Kugel und Nadel werden gleichartig electrisch und stossen sich ab, so dass die Nadel in einem gewissen Ablenkungswinkel je nach der Stärke der Electricität stehen bleibt. Sind die beiden Drähte isolirt und werden sie durch eine zwischengeschobene Flüssigkeit mit dem Pole der Säule in leitende Verbindung gebracht, so wird die Zeit je nach dem Leitungsvermögen der Flüssigkeit verschieden ausfallen, innerhalb welcher die Nadel zur Ruhe gelangt. Dass die Länge und Dicke der Flüssigkeit stets dieselbe sein muss, versteht sich von selbst. Es wird dies am einfachsten durch ein Schälchen erreicht, welches mit dem Pole der Säule in leitender Verbindung steht und bei gleicher Tiefe der Eintauchung der Drähte immer gleich hoch mit der Flüssigkeit gefüllt wird. Olivenöl leitet verhältnissmässig schlecht.

Diagonalmaschine ist eine zum Nachweise des Parallelogramms der Kräfte bestimmte Maschine (vergl. Art. Bewegungslehre IV. 3. a.). Im Wesentlichen kommen diese Maschinen darauf hinaus, einem Körper ausser der lothrechten Richtung, in der er sich in Folge der Schwerkraft bewegen will, gleichzeitig noch eine Bewegung in einer anderen Richtung zu ertheilen, also z. B. einen Körper an einem über eine Walze gewickelten Faden aufzuhängen und die Walze auf einer

Ebene so fort zu bewegen, dass sich der Faden dabei abwickelt. Der Körper durchläuft dann die Diagonale eines Parallelogramms, von welchem die eine Seite vertical, die andere in der Richtung der Ebene liegt, auf welcher die Walze rollt.

Diakaustica, s. Art. Diacaustica.

Diakustik ist eine selten gebrauchte Bezeichnung für die Lehre von der Fortpflanzung des Schalles.

Dialytisch nennt man ein achromatisches Fernrohr, bei welchem die beiden achromatisirenden Linsen nicht dicht aneinander liegen, sondern von einander getrennt stehen. Plössl in Wien hat 1832 zuerst derartige Fernröhre construirt. Der Vortheil besteht darin, dass man eine kleinere Flintglaslinse zum Achromatisiren der Crownglaslinse verwenden kann (s. Art. Fernrohr).

Diamagnetismus bezeichnet eine 1845 von Faraday zur Entscheidung gebrachte Entdeckung auf dem Gebiete des Magnetismus, welche zur Folge gehabt hat, paramagnetische und diamagnetische Körper zu unterscheiden. Ein Magnet wirkt nämlich nicht blos auf Eisen und Stahl ein, sondern alle Körper sind in der Nähe der Magnetpole mehr oder weniger dem Einflusse des Magnetismus zugänglich. Die Wirkung äussert sich auf zweierlei Art. Bringt man einen Körper zwischen die Pole eines kräftigen Magnets, so wird derselbe entweder von beiden Polen angezogen und stellt sich längs der Verbindungslinie derselben, d. h. axial, oder er wird abgestossen und nimmt eine zu der Verbindungslinie senkrechte Lage an, d. h. er stellt sich äquatorial. Körper, welche sich axial stellen, nennt man entweder schlechthin magnetische oder paramagnetische, die anderen diamagnetische, und dem entsprechend unterscheidet man auch Paramagnetismus und Diamagnetismus.

Paramagnetisch sind Eisen und Stahl, ausserdem von den Metallen: Nickel, Kobalt, Chrom, Mangan, Titan, Platin, Iridium, Osmium, Cerium, Palladium, Silicium, Aluminium, Beryllium; ferner alle Eisensalze, das grüne Bouteillenglas, Crownglas. Stark diamagnetisch sind: Wismuth und Antimon, ausserdem gehören hierher: Kupfer, Silber, Phosphor, Elfenbein, Flintglas etc. An Flammen zeigt sich eine diamagnetische Abstossung; dasselbe scheint bei allen Gasen der Fall zu sein. Manche Körper verhalten sich zwischen den Polen paramagnetisch, über oder unter denselben diamagnetisch, z. B. Titan, Platin, Holzkohle, Coaks. Blut ist diamagnetisch. — Die Untersuchung ist noch nicht zum Abschlusse gekommen.

Diapason bezeichnete bei den alten Griechen den Octave genannten Accord.

Diaphanometer ist der Name für einen Apparat, welchen Saussure zur Untersuchung der zu verschiedenen Zeiten verschiedenen Durchsichtigkeit der atmosphärischen Luft in Vorschlag gebracht hat.

Auf einer Tafel von 8 Fuss Seite im Quadrate wurde in der Mitte ein Kreis von 2 Fuss Durchmesser mit schwarzem Wollenzeuge bedeckt, um diesen ein 2 Fuss breiter Ring mit weisser Leinwand bedeckt und der übrige Raum grün bekleidet. Auf einer anderen ebensolchen Tafel von 8 Zoll Seite im Quadrat war ein schwarzer Kreis von 2 Zoll Durchmesser umgeben von einem 2 Zoll breiten Ringe und das Uebrige grün. In 12facher Entfernung müsste wegen des dann gleichen Sehwinkels bei gleicher Durchsichtigkeit der Luft die grosse Scheibe ebenso deutlich zu erkennen sein, wie die kleinere in einfacher Entfernung. Dies ist aber selten der Fall.

Diaphragma, s. Art. Blendung.

Diasporometer heisst ein von Rochon angegebenes Instrument, mit welchem die zur Herstellung des Achromatismus (s. d. Art.) geeigneten Winkel zweier Prismen von verschiedenem Glase gemessen werden. Es gleicht einem Fernrohre, aber statt der Objectivlinse sind zwei zu runden Gläsern geschliffene Prismen angebracht, von denen sich das vordere um die gemeinschaftliche Axe des Rohres und der Prismen drehen lässt. Man dreht, bis die Winkel gefunden sind, welche am besten passen.

Diatherman bedeutet „Wärmestrahlen durchlassend" im Gegensatze zu atherman oder adiatherman „Wärmestrahlen nicht durchlassend". Am meisten diatherman ist Steinsalz. Vergl. Art. Wärme, strahlende.

Diathermanismus } **Diathermansie** } nennt man nach Melloni die Eigenschaft mancher Körper, gewisse Wärmestrahlen vorzugsweise durchzulassen und andere vorzugsweise zu absorbiren. Alaun z. B. besitzt Diathermansie; denn fallen Wärmestrahlen, welche bereits durch eine Glasplatte gegangen sind, auf eine Alaunplatte, so werden sie vollständig absorbirt, obgleich dieselbe fast alle Wärmestrahlen durchlässt, die vorher durch eine Platte von Citronsäure gegangen sind. Vergl. Art. Wärme, strahlende.

Diathermanität bedeutet Wärmedurchlassungsvermögen.

Diatonische Tonleiter, vergl. Art. chromatische Tonleiter.

Dicatopter, s. Art. Dikatopter.

Dichroismus nennt man die Eigenschaft mancher Körper, dass sich Licht, welches durch sie hindurchgegangen und darauf durch ein Prisma geleitet wird, im Spectrum nur zweifarbig erweist. Körper, welche diese Eigenschaft besitzen, z. B. Chromalaun, Chromchlorür, violettes Glas, nennt man dichromatische, im Gegensatze zu den monochromatischen, welche nur eine Farbe reflectiren oder durchlassen. Die Krystalle des Cordierit oder Peliom zeigen längs ihrer Axe eine röthliche und in der darauf senkrechten Richtung eine blaue Farbe, weshalb man das Mineral auch Dichroit nennt.

Aehnlich verhält sich der Turmalin. Trichroismus würde dasselbe für drei Farben und Pleochroismus für mehrere Farben bezeichnen.

Dichromatisch, s. Art. Dichroismus.

Dichroskopische Loupe nennt Haidinger ein Instrument zur Untersuchung des Dichroismus, wobei ein Vortheil darin besteht, dass man nur parallel zur Axe, nicht aber senkrecht zu derselben geschnittene Platten bei der Untersuchung nöthig hat. Im Wesentlichen besteht das Instrument aus einem etwas langen Kalkspathrhomboeder in einer cylindrischen Hülse, auf dessen beide Endflächen Glasprismen aufgekittet sind, deren Flächen gegen einander eine solche Neigung haben, dass die äusseren, durch welche die Lichtstrahlen ein- und austreten, auf den Längskanten des Rhomboeders senkrecht stehen. An dem einen Ende ist die Hülse mit einem Deckel geschlossen, welcher in seiner Mitte eine quadratische Oeffnung von etwa 1 Linie Seite hat; an dem anderen Ende wird eine Linse angeschraubt, deren Brennweite so gross sein muss, dass man beim Durchsehen von der gegenüberstehenden Oeffnung zwei dicht neben einander liegende Bilder erblickt. Der Deckel mit der Oeffnung wird dann so gedreht, dass die beiden Bilder mit einer Seite parallel neben einander liegen und das eine gewissermassen die Verlängerung des anderen bildet, in welchem Falle beide rechtwinkelig zu einander polarisirt sind. Beobachtet man einen dichromatischen Körper, wenn dessen Axe parallel oder senkrecht zu der Verbindungslinie beider Bilder steht, so erhält man den grössten Farbenunterschied beider Bilder.

Dichte oder Dichtigkeit bezeichnet die in der Raumeinheit enthaltene Masse eines Körpers. Haben zwei Körper bei gleichem Volumen verschiedene Massen, so nennt man denjenigen den dichteren, für welchen die Masse die grössere ist. Da das Gewicht eines Körpers das Product aus der Masse desselben und aus der Acceleration beim freien Falle ist (s. Art. Acceleration, Bewegungslehre II. und Gewicht), so verhalten sich die Massen zweier Körper bei gleicher Acceleration, also an demselben Orte, wie ihre Gewichte, und man erhält daher das Dichtigkeitsverhältniss aus dem Gewichtsverhältnisse bei gleichem Volumen. Das specifische Gewicht (s. Art. Gewicht, specifisches) giebt daher zugleich das Verhältniss der Dichtigkeiten an. — Bei gleichem Gewichte verhalten sich die Dichtigkeiten umgekehrt wie die Volumina, und allgemein wie die Quotienten aus den Gewichten durch die Volumina. — Denkt man bei der Dichtigkeit zunächst auch nur an die grössere oder geringere Masse, welche in der Volumeneinheit eines Körpers enthalten ist, so dass z. B. die Dichtigkeit des Wassers, wenn man 1 preuss. Cubikfuss als Volumeneinheit annimmt, $61\,^3/_4$ Npfd. betragen würde, so fallen doch bei Vergleichungen beide Begriffe —

Dichtigkeit und specifisches Gewicht — im Resultate zusammen, weil eben die Massen mit den Gewichten im Verhältnisse stehen.

Dichtigkeitsmesser zur Bestimmung der Dichte der Luft nennt man gewöhnlich Manometer (s. d. Art.).

Differentialanemometer, s. Art. Anemoskop.

Differentialbarometer ist ein von August (Poggend. Annal. Bd. 3. S. 329) erfundenes und später von Kopp (ebend. Bd. 56. S. 515) verbessertes Instrument, bei welchem sich aus der Grösse der Verdichtung einer abgesperrten Luftmasse der Barometerstand berechnen lässt. Das Instrument ist leichter als ein gewöhnliches Barometer zu transportiren und gewährt daher namentlich bei Höhenmessungen Vortheile. — Wegen des von Wollaston Differentialbarometer genannten Differentialanemometers s. Art. Anemoskop.

Differentialgalvanometer, s. Art. Galvanometer.

Differentialinductor nennt Dove ein Instrument (Poggend. Annal. Bd. 54. S. 305), mit welchem er die Differenz zweier durch Reibungselectricität inducirten Ströme ermittelte. Im Wesentlichen besteht der Apparat aus zwei auf starke Glascylinder aufgewickelten und durch Schellack in ihren Windungen gut isolirten Spiralen von Kupferdraht, die zu einer Spirale verbunden sind; im Innern der Glascylinder liegen ebenfalls gut isolirte Inductionsspiralen, welche mit einem Galvanometer oder einem anderen Apparate in Verbindung stehen, an welchem der inducirte Strom wahrgenommen werden kann, während durch die ersten Spiralen eine isolirte und mit einer Lane'schen Flasche geladene Flaschen-Batterie entladen wird. — Faraday nannte ebenfalls einen Apparat Differentialinductor, mit welchem er über die electrische Vertheilung in Flüssigkeiten und Gasen Versuche anstellte. Der Apparat gehört seinem Wesen nach zu den electrischen Flaschen, denn er besteht aus zwei metallischen, von einander isolirten Kugeln, von denen die kleinere von der grösseren umschlossen wird, und in den Zwischenraum kommen die Stoffe, welche der Untersuchung unterworfen werden (Poggend. Annal. Bd. 46. S. 581).

Differentialmanometer, das, gehört zu den Manometern für hohe Dampfspannung. Es besteht aus einem Systeme paralleler und unter einander verbundener Röhren, also aus einem Systeme communicirender Hebermanometer, deren untere Hälfte mit Quecksilber, die obere aber mit Luft oder Wasser gefüllt ist. Das erste Rohr steht mit dem Dampfraume in Verbindung, das letztere mit der äusseren Luft. Der Dampfdruck bewirkt nun in der ersten, dritten, fünften u. s. w. Röhre ein Sinken des Quecksilberniveaus, in der zweiten, vierten u. s. w. ein Steigen desselben, und die Summe der Höhenunterschiede der Quecksilbersäulen in den einzelnen Schenkelpaaren wird dem Unterschiede zwischen dem Drucke der äusseren Luft und des Dampfes im Kessel gleich, wenn der obere Theil der Schenkel mit Luft gefüllt ist.

Differentialsextant nannte Benjamin Gompertz ein Fernrohr, vor dessen Objective zwei kleine Spiegel angebracht waren, von denen der eine feststand, der andere, welcher diesem gegenüber angebracht war, aber sich von dem Oculare aus mittelst eines Radius drehen liess, wobei ein eingetheilter Kreisbogen die Lage der beiden Spiegel zu einander angab. Diese Vorrichtung sollte dazu dienen, terrestrische Distanzen aus einem einzigen Beobachtungspunkte zu bestimmen (s. Art. Distanzmesser), ausserdem aber auch noch bei grossen Winkeln kleine Aenderungen zu messen, wie dies z. B. bei den Einwirkungen der Refraction, der Parallaxe etc. der Fall ist. Wegen der Wirkung der Spiegel s. Art. Sextant.

Differentialthermometer } **Differenzthermometer** } ist ein Instrument zur Erkennung und Messung geringer Temperaturdifferenzen. Gewöhnlich sind es Luftthermometer, in denen zwei Luftmassen durch eine Flüssigkeit von einander getrennt sind, welche sich bei eintretender Temperaturdifferenz in den beiden Luftmassen verschiebt. Die gebräuchlichsten Differentialthermometer sind die von Leslie und von Rumford. Das Instrument von Leslie besteht aus einer zweimal rechtwinkelig gebogenen Glasröhre, welche in zwei Glaskugeln von etwa 1 Zoll Durchmesser endigt; jeder Schenkel ist etwa 6 Zoll lang und das Verbindungsstück hat ebenfalls eine Länge von 4 bis 6 Zoll; die Verbindungsröhre ist ganz und jeder der Schenkel bis zur Hälfte mit einer gefärbten Flüssigkeit gefüllt, während die Kugeln und der übrig bleibende Theil der Schenkel Luft enthalten. — Das Instrument von Rumford ist ähnlich, jedoch sind die Schenkel nur kurz und die Verbindungsröhre mindestens 12 Zoll lang, überdies befindet sich in der Mitte der Verbindungsröhre nur ein etwa 1 Zoll langer Tropfen von gefärbtem Weingeist oder mit Karmin gefärbter Schwefelsäure. — Bei beiden Instrumenten tritt eine Verschiebung der Flüssigkeit ein, wenn die Temperatur der Luft in der einen Kugel eine Aenderung erleidet, so gering sie auch sei. Um die Verschiebung zu erkennen, ist bei Leslie's Instrumente an den Schenkeln und bei dem von Rumford an der Verbindungsröhre eine beliebige Scala angebracht. — Alle Differentialthermometer werden an Empfindlichkeit von Melloni's Thermomultiplicator (s. Art. Thermomultiplicator Melloni's) übertroffen.

Diffraction nannte Grimaldi die Erscheinung des Lichtes, welche man später als Inflexion bezeichnete (s. Art. Inflexion).

Diffusion (vergl. Effusion) bezeichnet den Act der gegenseitigen Durchdringung von Gasen und Flüssigkeiten unter der Bedingung, dass dabei keine chemische Verbindung eintritt. Es können dabei folgende Combinationen der Untersuchung unterworfen werden: 1) Diffusion von Gasen gegen Gase; 2) von Flüssigkeiten gegen Flüssigkeiten, und 3) zwischen Gasen und Flüssigkeiten. Ueber die dritte Combination fehlt es bis

jetzt noch an eingehenden Untersuchungen. In Betreff der ersten Combination gilt Folgendes. Werden Gase, die chemisch nicht auf einander wirken, unmittelbar in denselben Raum gebracht, oder zwei Räume mit verschiedenen Gasen durch eine Oeffnung in Verbindung gesetzt, so verbreiten sich beide gleichförmig durch den ganzen Raum. Dies Gesetz hat Dalton zuerst ausgesprochen. Hierbei hat sich herausgestellt, dass sich das Wasserstoffgas mit anderen Gasen am schnellsten mischt, und dass sich die Zeit des Entweichens gleicher Gasvolumina aus einem Gefässe umgekehrt wie die Quadratwurzel aus den Dichtigkeiten zu verhalten scheint. — Ueber den Fall, dass die Gase durch poröse Scheidewände oder durch capillare Räume getrennt sind, haben Faraday, Döbereiner, Magnus und Graham namentlich Versuche angestellt, und besonders haben die des Letzteren zu dem Ergebnisse geführt, dass durch eine poröse Scheidewand von jedem Gase Volumina dringen, welche sich umgekehrt wie die Quadratwurzeln aus den Dichtigkeiten der beiden Gase verhalten, wenn der Druck der Gase auf beiden Seiten der Scheidewand während des ganzen Vorganges gleich gross erhalten wird. — Die Untersuchungen über die zweite Combination, falls die Flüssigkeiten durch poröse Zwischenwände getrennt sind, enthält der Art. Exosmose. Ueber die Diffusion der Flüssigkeiten bei unmittelbarer Berührung hat Graham eine ziemlich umfassende Reihe von Experimenten angestellt. Bei Salzen und Säuren, z. B. Salpetersäure, salpetersaurem Natron, Kochsalz, Kupfervitriol etc., schien die Diffusion ins Wasser um so stärker zu sein, je höher der Siedepunkt der Substanz liegt. Bei Kochsalzlösungen scheint die Diffusion mit der Quantität des aufgelösten Salzes und mit der Temperatur zuzunehmen, auch scheint der Vorgang ein gleichmässiger zu sein, d. h. in gleichen Zeiten gleich viel zu diffundiren. Doppelsalze diffundirten bedeutend langsamer als die betreffenden einfachen Salze. Wenn man zwei Salze, ohne dass sie sich verbinden, mischt, so diffundiren sie beide unabhängig von einander; das weniger lösliche Salz scheint aber dann eine Verringerung seiner Diffusibilität zu erleiden. Kohlensaures Natron und kohlensaures Kali wirkten auf einander so ein, dass das letztere zu- und das erstere abnahm. In gewissen Fällen treten durch die Diffusion sogar theilweise chemische Zerlegungen ein, z. B. bei Alaun. Die Diffusion eines Doppelsalzes ist gleich der Summe der Diffusionen der beiden bildenden Salze. Mehrere Versuche sprechen dafür, dass auch hier die Diffusionszeiten gleicher Volumina den Quadratwurzeln aus den Dichtigkeiten proportional sind.

Diffusion der Lichtstrahlen und Wärmestrahlen bezeichnet die unregelmässige Reflexion oder Zerstreuung derselben. Näheres im Art. Licht und Art. Wärme, strahlende.

Digestor nennt man den Papin'schen Topf. Dieser Topf, der im Grunde nichts anderes als ein kleiner Dampfkessel ist, besteht am

besten aus geschlagenem, auf der Innenseite verzinntem Kupfer, oder auch aus Eisen, und ist durch einen eisernen Deckel dampfdicht verschliessbar, der mit einem Sicherheitsventile versehen sein muss. Da der Siedepunkt einer Flüssigkeit von dem auf derselben lastenden Drucke abhängig ist, so lässt sich z. B. Wasser in einem solchen Topfe weit über seinen Siedepunkt im unverschlossenen Gefässe erhitzen, ohne dass Kochen eintritt, indem die sich entwickelnden Dämpfe bei steigender Temperatur eine immer grössere Expansivkraft gewinnen (vergl. Art. Dampf). Hierauf gründet sich die eine Verwendung solcher Töpfe, nämlich Extracte aus Stoffen zu bereiten, für welche die gewöhnliche Siedetemperatur nicht ausreicht, und dahin gehört auch die Benutzung derselben in der Küche. Die für den Küchengebrauch bestimmten Töpfe führen den Namen Autoclaves. Bei ihnen wird der Verschluss einfach dadurch bewirkt, dass der abgeschliffene Deckel auf den abgeschliffenen Topfrand aufgedreht und durch übergreifende Stellen des Randes gehalten wird. Die in Digestoren bereiteten sogenannten Rumford'schen Suppen sind besonders bekannt geworden, haben sich aber nicht bewährt. — Eine Abänderung des Digestors nennt Prechtel Druckdigestor. Dieser Digestor läuft in einen engen Hals mit Stopfbüchse aus, durch welche ein massiver Kolben geht, und ausserdem ist das Gefäss mit einem Mantel umgeben zur Aufnahme eines Wasser- oder Dampfbades. Durch Letzteres wird in dem Digestor eine constante Temperatur erhalten, durch Eintreiben des Kolbens kann aber der auf dem Inhalte lastende Druck vermehrt werden. — Ueber Papin vergl. Art. Dampfmaschine.

Dikatopter hat v. Hagenow einen von ihm erfundenen Zeichenapparat benannt, der an Treue der Darstellung und an Bequemlichkeit bei der Ausführung alle bisher zu ähnlichen Zwecken construirten, z. B. die Camera lucida (s. d. Art.), übertrifft. Man kann mit diesem Instrumente Naturkörper nicht nur in natürlicher oder verkleinerter, sondern auch in vergrösserter Grösse darstellen. In einer hohlen Säule ist eine verschiebbare Röhre, welche oben eine horizontale Platte trägt, in welcher eine andere Platte als Objectträger horizontal verschiebbar angebracht ist. An dem einen Ende der horizontalen Platte ist seitwärts ein ringförmiger federnder Halter angebracht, welcher einen Stab vertical hält, an welchem ein Loupen- und Spiegel-Apparat befestigt werden kann. Der Spiegel-Apparat besteht aus einer Platte, in deren Mitte ein kleiner im Centrum durchbohrter Stahlspiegel in geneigter Lage befestigt ist, über welchem, ebenfalls in geneigter Lage, ein viereckiger Stahl- oder Glasspiegel liegt. Beide Spiegel sind so gestellt, dass das unter dem zweiten Spiegel mit der Fussplatte der Säule in einer Ebene liegende Zeichenpapier durch doppelte Reflexion im durchbohrten Spiegel gesehen wird, wenn das Auge durch die Oeffnung des letzteren in horizontaler Richtung nach dem auf dem Objectträger stehenden Objecte sieht.

Hinter der durchbohrten Spiegelplatte liegen zwei Loupen von verschiedener Stärke, die beliebig vor oder zur Seite geschlagen werden können. Soll der Apparat, z. B. zur Abbildung des Gepräges einer Münze, gebraucht werden, so befestigt man das Object auf dem Objectträger mit etwas Wachs und stellt den Spiegelapparat durch Verschieben in dem federnden Ringe so ein, dass die Mitte des Objects oder die Mitte der zu zeichnenden Stelle in horizontaler Richtung durch die Oeffnung des geneigten Spiegels gesehen wird. Hierauf schiebt man am besten eine doppelte Lage Zeichenpapier unter die Fussplatte und bringt das Dikatopter in eine solche Stellung, dass das Object von der linken Seite gut beleuchtet ist. Indem man jetzt, durch die Oeffnung des Spiegels schauend, eine gut geschärfte Bleifeder vertical unter dem Spiegel auf das Papier führt, erblickt man dieselbe auf dem Objecte durch Reflex und beginnt nun die Zeichnung, indem man das Schattenbild der Bleifeder auf die zu zeichnenden Theile des Objects führt, zugleich aber die Bleifeder selbst leise über das Papier gleiten lässt. — Ich selbst habe die Principien des Apparates in Poggend. Annal. Bd. 88. S. 242 näher dargelegt, und erwähne hier nur, dass die beiden Spiegel unter 45° zu einander geneigt sein müssen, dass der durchbohrte Spiegel zu der Linie, welche die Entfernung des Papiers von der Durchschnittslinie beider Spiegel angiebt, am besten unter einem Winkel von 20 bis 25° geneigt steht, und dass das Bild = Object $\frac{E + z \cdot \sin\beta}{e + z \cdot \sin\beta}$ wird, wo E die Entfernung des Papiers von der Durchschnittslinie beider Spiegel ist, e die Entfernung des Objects von der die Entfernung E messenden Strecke, z die Entfernung der Oeffnung im durchbohrten Spiegel von dem Durchschnitte beider Spiegel und β der vorher bezeichnete Winkel, unter welchem der durchbohrte Spiegel steht. Da hiernach auch Bild = Object $\left(1 + \frac{E - e}{z \cdot \sin\beta + e}\right)$ ist, so übersieht man, dass für $E = e$ das Bild von der natürlichen Grösse des Objectes wird, für $E > e$ grösser und für $E < e$ kleiner. — Eine Verbesserung hat v. Hagenow später noch dadurch herbeigeführt, dass er an der Säule des Instrumentes eine 4 bis $4^1/_2$ Zoll im Durchmesser haltende Linse in horizontaler Lage anbrachte, so dass der Mittelpunkt derselben genau vertical unter dem Loche des kleinen Spiegels liegt. Die Linse lässt sich für jedes Auge genau passend fixiren und mit ihrer Hilfe kann man mikroskopische Zeichnungen viel sauberer als sonst ausführen, indem man das Instrument auf eine viel schärfere Vergrösserung einstellen kann und die Zeichnung selbst dadurch nicht vergrössert wird.

Dimensionen nennt man die Erstreckungen eines Körpers nach den verschiedenen Richtungen, also Länge, Breite oder Dicke, Höhe

oder Tiefe. Von den Verhältnissen der Dimensionen hängt die Gestalt oder Form der Körper ab.

Dimorph nennt man einen Körper, wenn er, namentlich unter verschiedenen Temperaturverhältnissen, Formen annimmt, welche verschiedenen Krystallsystemen angehören, oder doch nicht auf dieselbe Grundform sich zurückführen lassen, wenn sie auch von demselben Krystallsysteme sind. Hierbei ändert ein solcher Körper gewöhnlich auch mehrere seiner physikalischen Eigenschaften, z. B. Härte, Farbe, specifisches Gewicht etc. — Kohlenstoff gehört als Diamant in das reguläre System, als Graphit zu dem drei- und einaxigen; dasselbe gilt vom Kupferoxydul als Rothkupfererz und Kupferblüthe; desgleichen vom Halbschwefelkupfer künstlich dargestellt und andererseits natürlich als Kupferglanz. Zu den dimorphen Körpern gehören noch Schwefel, Bleioxyd, zweifaches Schwefeleisen als Schwefelkies und Strahlkies, einfaches Jod-Quecksilber, kohlensaurer Kalk als Kalkspath und Arragonit, salpetersaures Kali, chromsaures Bleioxyd, saures phosphorsaures Natron etc. Die arsenige Säure und das Antimonoxyd sind isodimorph, indem sie beide in denselben Formen dimorph sind. Schwefelsaures Nickeloxydul ist trimorph. Vergl. Art. Isomorph.

Dimorphismus bezeichnet die Eigenthümlichkeit mancher Stoffe, dimorph (s. d. Art.) aufzutreten.

Diopter nennt man eine Vorrichtung an Messapparaten, durch welche das Auge in den Stand gesetzt wird, eine bestimmte Richtung innezuhalten, vergl. z. B. Art. Boussole und Nivelliren.

Diopterlineal, s. Art. Boussole.

Dioptrik heisst der Theil der optischen Wissenschaften, welcher von den durch die Lichtbrechung bedingten Erscheinungen handelt (s. Art. Brechung. A.). Die Dioptrik hat erst durch den Holländer Snellius eine wissenschaftliche Basis erhalten, indem dieser um 1620 das richtige Brechungsgesetz entdeckte. Cartesius machte dies Gesetz 1637 zuerst bekannt.

Diosmose, s. Art. Exosmose.

Diplanometer oder anemometrische Windfahne nannte Valz eine Verbesserung von Leupold's Windwaage (s. Art. Anemoskop). Es kommt darauf an, durch eine Windfahne erst die Richtung des Windes genau zu bestimmen und dann die Kraft zu suchen, welche erforderlich ist, dieselbe Windfahne in einer Stellung zu erhalten, die zur Windrichtung senkrecht ist.

Dipleidoskop ist ein von Dent in London um 1843 erfundener Apparat, mit dessen Hilfe man mit jedem Fernrohre, also nicht blos mit dem Passageninstrumente, Culminationsbeobachtungen machen kann und zwar nicht blos an der Sonne, sondern auch an den Fixsternen erster und zweiter Grösse. Der Apparat besteht aus drei zu einem gleichschenkeligen rechtwinkeligen Prisma zusammengesetzten, sehr fein ge-

schliffenen rechteckigen Glastafeln mit parallelen Flächen, und wird an dem im Meridiane aufgestellten Fernrohre vor dem Objective so angebracht, dass die Hypotenusenfläche senkrecht zur Fernrohraxe steht und die beiden andern Flächen dem Objective zugewendet sind, so dass die eine rechts, die andere links liegt. Vor und nach der Culmination z. B. der Sonne erblickt man zwei Sonnenbilder, im Augenblicke der Culmination aber fallen beide genau zusammen. Das eine Bild entsteht direct, das andere durch Reflexion an der einen Kathetenfläche auf die andere, von dieser auf die Hypotenusenfläche und von dieser in das Fernrohr.

Diplometer habe ich (Poggend. Ann. Bd. 96. S. 588) ein Instrument genannt, durch welches ich den Nachweis geführt habe, dass man, wenn beide Augen auf eine bestimmte Entfernung accommodirt sind und einen bestimmten Punkt fixiren, nicht blos innerhalb des an dem fixirten Punkte befindlichen Winkels und innerhalb dessen Scheitelwinkels doppelt sieht, sondern auch noch bis zu einer gewissen Entfernung ausserhalb derselben. Das Diplometer besteht aus einem dünnen 24'' langen und 6'' breiten Brette, welches an den schmalen Seiten in der Mitte einen Ausschnitt hat, um es bequem gegen das Gesicht zu stemmen. Beim Gebrauche kommt die Nase in den Einschnitt und das Brett liegt dann an den Backenknochen an. In der Mitte des Brettes befindet sich in der Richtung der beiden Einschnitte eine Spalte, in welcher ein Stift an jeder beliebigen Stelle derselben durch eine Klemmschraube festgestellt werden kann. Dieser Stift ist der zu fixirende Punkt. An der verdickten Basis dieses Stiftes befindet sich fest eine Kreiseintheilung, deren Nullpunkt auf der Halbirungslinie des parallactischen Winkels liegt, der durch den fixirten Stift erhalten wird, also in der Richtung der Spalte. Ueber dieser Kreiseintheilung ist eine um das verdickte untere Ende des fixirten Stiftes drehbare Schiene von 12'' Länge angebracht, welche der Länge nach einen Schlitz enthält zur Aufnahme verschiedener Objecte, die mittelst einer Klemmschraube an jeder Stelle dieser Spalte befestigt werden können, aber ausserdem noch drehbar sind, um sie in beliebige Richtung bringen zu können. Setzt man hier einen Stift ein und fixirt den anderen, so lässt sich der Winkel messen, bis zu welchem hin der nicht fixirte Stift doppelt gesehen wird. — Ausserdem lässt sich das Instrument noch zu stereoskopischen Versuchen benutzen, indem man zwei stereoskopische Zeichnungen durch Doppeltsehen zum Zusammenfallen bringen kann; ferner zu Erscheinungen wie bei dem Thaumatrop, indem man durch Doppeltsehen zwei verschiedene Abbildungen in ein Bild bringt. In den beiden zuletzt angegebenen Verwendungen des Instrumentes erblickt man neben dem combinirten Bilde an jeder Seite noch eine einfache Abbildung.

Diploskop ist eine von Schaffgotsch (Poggend. Annal. Bd. 54. S. 193) angegebene Vorrichtung zur Wahrnehmung subjectiver Farben. Eine drehbare Scheibe, welche zur Hälfte roth, zur Hälfte grün bemalt

ist, wird durch zwei vor die Augen gehaltene Röhren so betrachtet, dass das eine Auge nur rothes, das andere nur grünes Licht aufnimmt. Hat sich der Eindruck im Auge abgestumpft, so wird die Scheibe schnell gedreht und nun sieht das Auge, welches bis dahin das Roth wahrgenommen hatte, nur Grün, und das andere, welches den Eindruck des Grün in sich aufgenommen hatte, nur Roth. Vergl. Art. Farbe.

Dipolare und peripolare Molecüle nimmt Du Bois Reymond zur Erklärung besonderer Erscheinungen beim Nerven- und Muskelstrome an. Vergl. Art. Thierische Electricität.

Dipsector ist ein von Wollaston 1817 erfundener Winkelmesser zur Bestimmung der Depression des Meereshorizontes, also der Kimmtiefe. Das Instrument ist dem Spiegelsextanten ähnlich eingerichtet, umfasst aber nur wenige Grade.

Disgregation bedeutet Verminderung des Zusammenhanges unter den Molecülen eines Körpers, also eine Zertheilung.

Dispersion oder Farbenzerstreuung bezeichnet die durch Brechung erzielte Zerlegung irgend eines Lichtes in nicht weiter zerlegbare Bestandtheile. Nach der Undulationstheorie (s. d. Art.) beruht die Erscheinung darin, dass die Wellen derjenigen Strahlen, welchen eine grössere Schwingungsgeschwindigkeit zukommt, bei dem Eintritt in ein brechendes Mittel in einem stärkeren Verhältnisse verkürzt werden. Näheres in dem Art. Farbe. Innere Dispersion nannte man früher das, was jetzt Fluorescenz (s. d. Art.) genannt wird.

Dissociation bedeutet das Zerfallen von Verbindungen, namentlich des Wassers und der Kohlensäure, unter dem Einflusse höherer Temperaturen.

Dissonanz, s. Art. Consonanzen und Consonirende Töne.

Distanzmesser sind Instrumente, mit welchen man terrestrische Entfernungen (Distanzen) möglichst schnell und mit ausreichender Genauigkeit messen will, z. B. im Kriege die Entfernung einer zu beschiessenden Position, eines feindlichen Schiffes etc. Ein ganz genügender Distanzmesser scheint zu den frommen Wünschen zu gehören. Bisher ist man bei der Theorie dieser Instrumente von der Messung eines Winkels ausgegangen, indem man entweder von zwei Standpunkten aus die Richtung der Visirlinie zur Standlinie, d. h. der die beiden Standpunkte verbindenden Geraden, oder den Winkel, unter welchem ein Object von bekannter Grösse erschien, also die scheinbare Grösse, bestimmte. Im ersten Falle gründet sich die Berechnung der Entfernung darauf, dass ein Dreieck durch eine Seite und die beiden an derselben liegenden Winkel bestimmt ist; im zweiten darauf, dass die Entfernung des Objectes gleich ist dem Producte aus der wahren Grösse des Objectes und aus der Cotangente der scheinbaren Grösse desselben. Die vollständigste Zusammenstellung der bisher vorgeschlagenen Distanzmesser findet sich in G. Karsten's Encyklopädie der Physik, Bd. I. S. 548

bis 553. Hinzugefügt kann noch werden: Der Distanzmesser von G. Klöckner, k. k. Major. Wien, bei Sommer, ohne Jahreszahl (1862?). Der älteste Distanzmesser ist hiernach von Camillo Ravetta in Schwendter's *Geometria practica*. Zur Characteristik werde ich hier einige Distanzmesser etwas näher angeben und einen von mir selbst ausgehenden Vorschlag anführen, der sich auf ein noch nicht versuchtes Princip gründet, nämlich auf die Bestimmung der Stelle an dem betreffenden Instrumente, an welcher man von dem zu bestimmenden Objecte ein klares Bild erhält, wobei man weder eine Standlinie braucht, noch einen Winkel zu messen nöthig hat.

Ueber die Theorie eines Distanzmessers mit Parallelfäden hat v. Langsdorff geschrieben. Dies Instrument besteht in einem um eine horizontale Axe drehbaren Fernrohre, bei welchem in der Ebene des Fadenkreuzes zwei horizontale Fäden in etwa zwei Linien Abstand von einander gespannt sind. Visirt man mit dem Fernrohre in horizontaler Richtung nach einer entfernten, in Zolle getheilten verticalen Latte, so lässt sich aus dem beobachteten Lattenmasse, d. h. aus der Anzahl von Zollen, welche sich zwischen jenen zwei Parallelfäden zeigen, die Entfernung der Latte von dem Objective oder auch von der Drehaxe des Fernrohres ziemlich genau bestimmen. Bei detaillirten Aufnahmen ist dieser Distanzmesser recht bequem. — Auf derselben Idee beruht der Distanzmesser zu militärischen Zwecken. Die Fäden können durch ein Mikrometer einander mehr oder weniger genähert werden, und dem an diesem angebrachten Massstabe liegt eine als unveränderlich angenommene Grösse zu Grunde, nämlich die durchschnittliche Grösse eines Infanteristen oder Cavalleristen. Die Fäden werden so gestellt, dass das Bild gerade zwischen die Fäden passt, und die Scala giebt alsdann die Entfernung an. Auf grosse Genauigkeit ist nicht zu rechnen und ausserdem ist die Tragweite zu gering. — Grunert hat vorgeschlagen, zwei mit einander verbundene Fernröhre von sehr verschiedener Vergrösserung, deren optische Axen einander parallel sind, auf einem zur groben und feinen Bewegung versehenen Stative aufzustellen und mit denselben einen mikrometrischen Apparat zu verbinden, durch welchen die linearen Grössen der Bilder der Objecte mit grosser Genauigkeit gemessen werden können. Aus der Grösse des Bildes desselben Objectes in beiden Fernröhren würde sich die Entfernung des Objectes bestimmen lassen. Mit diesem Vorschlage stimmt im Allgemeinen der neuerdings von Biagio gemachte überein. — Ein Distanzmesser von Martins besteht aus einem Fernrohre, in welchem sich ein unter 45° zur Fernrohraxe geneigter, in der Mitte durchbohrter ebener Spiegel befindet, so dass man durch das Loch hindurch im Fernrohre das seiner Entfernung nach zu bestimmende Object sehen kann; in dem hohlen Ständer des Fernrohres, welcher senkrecht zur Fernrohraxe steht, befindet sich ein zweiter Planspiegel, der um eine Axe drehbar ist. Diesem zweiten Spiegel kann

man durch Drehung eine solche Stellung geben, dass das Auge gleichzeitig das Object direct durch das Fernrohr und durch zweimalige Spiegelung auf den beiden Spiegeln in dem ersten Spiegel, mit dem Objecte sich deckend, im Bilde wahrnimmt. Aus der Grösse der Drehung des zweiten Spiegels und der bekannten Entfernung beider Spiegel von einander, die gewissermassen eine Standlinie repräsentirt, lässt sich die Entfernung berechnen. Die Genauigkeit ist nicht sehr gross und die Tragweite unbedeutend, wenn die beiden Spiegel nicht sehr weit von einander entfernt sind. Einen grösseren Abstand der Spiegel kann man erzielen, wenn man den drehbaren oberhalb des festen anbringt. Ich selbst habe (s. Poggend. Annal. Bd. 106. S. 504 ff.) einen Distanzmesser angegeben und für freies Terrain ausführen lassen, während ein solcher für coupirtes Terrain nur angedeutet ist, der bis 2000 Schritt trägt und sich auf die Methode der Beobachtung gründet, welche zur Bestimmung der Entfernung der Fixsterne zur Anwendung gebracht wird. Das Instrument kommt im Wesentlichen auf den Differentialsextanten von Benjamin Gompertz (s. Art. Differentialsextant) hinaus, der mir indessen nicht bekannt war, als ich mich mit der Construction beschäftigte. Klöckner hat meine Idee weiter verfolgt und im Grunde nur die Beobachtungsmethode umgekehrt. — Rochon hat einen Distanzmesser angegeben, bei welchem die doppelte Strahlenbrechung des Bergkrystalls zur Verwendung kommt; jedoch muss dann die wahre Grösse des zu bestimmenden Objectes bekannt sein (s. Art. Mikrometer).

Mein neuer Vorschlag kommt auf Folgendes hinaus. Das Bild, welches von dem Objectivglase eines Fernrohrs erzeugt wird, liegt hinter dem Brennpunkte desselben und steht diesem um so näher, je entfernter das Object ist. Dies Bild lasse ich auf ein zweites Convexglas wirken, so dass das Bild ausserhalb der Brennweite dieses zweiten Glases steht, und also ein neues physisches Bild hinter dem zweiten Glase erzeugt wird. Die Stelle dieses Bildes ist abhängig von der Entfernung der beiden Gläser und der Entfernung des Objectes. Nun wird als Bedingung gestellt, dass dies zweite Bild höchstens 20 Zoll oder auch nur höchstens 10 Zoll hinter dem zweiten Glase seine Stelle einnehmen soll, dass es dort auf eine mattgeschliffene Glasscheibe trifft, die sich in einem dunklen Raume befindet, in welchen man durch eine Ocularöffnung sehen kann, dass zu einer Entfernungszunahme des Objectes von 50 Schritt oder 120 preuss. Fuss wenigstens eine Ortsveränderung des zweiten, auf die Glasscheibe treffenden Bildes von 1 Linie = $^1/_{12}$ Zoll erforderlich ist. Die Grösse der Verschiebung der Scheibe, um das Bild klar zu sehen, sagt dann die Entfernung des Objectes mittelst einer Scala an der zur Verschiebung angebrachten Schraube oder gezahnten Stange. Steht bei einem Objectivglase von 3 Fuss Brennweite ein zweites Glas von 2 Zoll Brennweite hinter dem Brennpunkte des Objectivs in einer

Entfernung von 38 Linien, so arbeitet das Instrument von 50 Schritt bis 350 Schritt; stellt man das zweite Glas in einen Abstand von 28,5 Linien, so von 300 Schritt bis 1000 Schritt; giebt man demselben einen Abstand von 27,2 Linien, so von 1000 Schritt bis 1450 Schritt. Weiter würde dies Instrument unter den gemachten Einschränkungen nicht tragen. Es müsste sich nun ein Instrument anschliessen, welches ein Objectiv von noch grösserer Brennweite hätte, ähnlich wie sich Aräometer an einander schliessen. — Man könnte auch so verfahren, dass man da, wo das zweite Glas von 2 Zoll Brennweite aufhört zu arbeiten, ein Glas von $1^1/_2$ Zoll an bestimmten Stellen einsetzt, wie bei den Feldstechern, und dann wenn dies aufhört, ein Glas von nur 1 Zoll Brennweite. — Ferner bemerke ich, dass man in die Ocularöffnung noch eine Loupe einsetzen kann, in welchem Falle die matte Glasscheibe unnöthig ist. — Es wird dies genügen, um die Idee in ihrer Ausführbarkeit darzulegen, die jedenfalls Neuheit für sich hat.

Dollond ist der Familienname des Erfinders der achromatischen Fernröhre. John Dollond (geb. 1706, gest. 1761) war Arbeiter in einer Kattundruckerei, aber emsig um seine Bildung bemüht. Seinen Sohn Peter brachte er zu einem Optiker in die Lehre und dadurch wurde er selbst zur Optik hingeführt. Das erste achromatische Fernrohr mit einem Objectivglase aus Crownglas und Flintglas brachte er 1758 zu Stande. Das Instrument hatte 5 Fuss Brennweite und übertraf die besten damaligen Fernröhre von 15 bis 20 Fuss Brennweite. Die letzten Jahre seines Lebens widmete er der Vervollkommnung seiner Erfindung. Seine beiden Söhne, sowie sein Neffe waren eifrig bemüht, den Ruf des Namens Dollond aufrecht zu erhalten. Erst Fraunhofer wurde ein Rival. Ein achromatisches Fernrohr nannte man damals schlechthin einen Dollond, wie später ein von Fraunhofer angefertigtes einen Fraunhofer.

Donner oder Donnerschlag wird das Getöse genannt, welches bei einem Gewitter den Blitz begleitet oder ihm nachfolgt. Da der Blitz ein electrischer Funke ist, so ist der Donner mit dem Geräusche zu vergleichen, welches beim Ueberspringen eines electrischen Funkens an der Electrisirmaschine wahrgenommen wird. Dass die Luft mit Gewalt getrennt oder erschüttert wird, ist die Veranlassung zum Donner. Wenn Blitz und Donner unmittelbar nach einander vernommen werden oder zusammenzutreffen scheinen, so hört man nur einen heftigen Knall; ist eine Pause dazwischen, d. h. ist man nicht in der Nähe des Blitzes, so ein prasselndes Geräusch und, falls der Blitz nicht eingeschlagen hat, ein oft mehrere Secunden anhaltendes Rollen mit stärkeren und schwächeren Schlägen untermengt. Man erklärte früher das Rollen als ein Echo, theils von Gegenständen auf der Erde, theils von den Wolken. Die untergemengten Schläge rühren wahrscheinlich her von dem Abspringen des Blitzes auf seiner Bahn; doch ist auch möglich, dass Schallinter-

ferenzen (s. Art. Interferenz) eintreten; das Rollen aber hat jedenfalls seinen Grund in der Länge des Blitzes, indem die von den ferneren Stellen desselben kommenden Donnerschläge später in das Ohr gelangen als die von näher liegenden. Vergl. Art. Gewitter.

Donnerbüchse nennt man hier und da die electrische Pistole (s. Art. Pistole, electrische).

Donnerfisch ist *silurus electricus,* s. Art. Fische, electrische.

Donnerhaus nennt man ein Häuschen, welches man früher benutzte, um den Unterschied in der Wirkung des Blitzes zu zeigen, je nachdem das Haus mit einem Blitzableiter versehen ist oder nicht. Jetzt rechnet man ein solches Donnerhaus zu den electrischen Spielereien.

Donnerkeile sind Versteinerungen eines schneckenartigen Thieres (*Belemnites*) und haben mit dem Donner bei Gewittern nichts zu schaffen.

Donnerschlag, s. Art. Donner.

Donnerwetter, s. Art. Gewitter.

Doppelarmiger Hebel ist ein Hebel (s. d. Art.), bei welchem die Angriffspunkte der Kräfte nicht auf derselben Seite vom Drehpunkte liegen. Besser wäre wohl die Bezeichnung zweiseitig und statt einarmig einseitig.

Doppelbarometer nannte Huyghens eine von ihm ausgeführte Abänderung des Barometers, durch welche die Aenderung im Barometerstande vergrössert werden sollte. Die Barometerröhre war heberförmig gebogen und hatte oben und unten, wo die Quecksilberoberfläche spielt, eine cylindrische Erweiterung; an den unteren Cylinder schloss sich eine engere Barometerröhre in paralleler Richtung mit der Hauptröhre an und diese wurde bis zur Hälfte mit einer gefärbten Flüssigkeit (Weingeist oder Schwefelsäure) gefüllt. Nimmt z. B. der atmosphärische Druck ab, so fällt das Quecksilber im oberen Cylinder und steigt im unteren; hierdurch wird ein Theil der gefärbten Flüssigkeit aus dem unteren Cylinder in die Röhre getrieben, und es tritt hier ein um so grösseres Steigen ein, je kleiner der Querschnitt der Röhre im Verhältniss zu dem unteren Cylinder ist. Das Instrument hat keinen rechten Eingang gefunden und noch weniger die sogenannten Verbesserungen, welche man mit demselben vorgenommen hat.

Doppelbildmikrometer ist Rochon's Bergkrystallmikrometer (s. Art. Mikrometer. 3.).

Doppelbrechung, s. Art. Brechung. A. II.

Doppelheber ist ein Heber mit einer in einer Seitenröhre bestehenden Vorrichtung, durch welche das Saugen bequemer gemacht werden soll. S. Art. Heber.

Doppelmikroskop, das, von Wollaston ist eine Loupe nebst einem Beleuchtungsapparate des Objectes. Der Beleuchtungsapparat besteht aus einem Rohre, vor welchem ein drehbarer Spiegel steht, durch welchen das zur Beleuchtung dienende Licht in die Axe des Rohres re-

flectirt werden kann; an dem Ende der Röhre, vor welchem der Spiegel angebracht ist, befindet sich eine Blendung von etwa $^1/_3$ Zoll Apertur und an dem anderen Ende eine planconvexe Linse, deren convexe Seite nach dem Innern des Rohres hin liegt und welche eine Brennweite von etwa $^3/_4$ Zoll besitzt, so dass von der Apertur der Blendung im Brennpunkte dieser Linse auf der Planseite ein kleines Bild entsteht; an diese Stelle kommt das Object, welches mithin stark erleuchtet wird, und nun steht eine einfache oder doppelte Loupe in der zur Vergrösserung und zur directen Betrachtung des Objectes passenden, durch Schrauben corrigirbaren Entfernung.

Doppelnadel, s. Art. Astatische Nadel.

Doppelnebel nennt man zwei nebeneinander stehende Nebelflecke (s. Art. Nebelflecke).

Doppelspath heisst der, doppelte Strahlenbrechung zeigende (s. Art. Brechung. A. II.), krystallisirte kohlensaure Kalk, der sich namentlich auf Island findet.

Doppelstern nennt man einen dem unbewaffneten Auge einfach, aber dem bewaffneten zweifach erscheinenden Fixstern. Dass man ohne Fernrohr nur einen Stern wahrnimmt, hat seinen Grund entweder darin, dass das Licht des kleineren Sternes zu schwach ist, oder dass beide einander zu nahe stehen. Man unterscheidet optische und physische Doppelsterne. Die letzteren stehen in einer physischen Verbindung und sind durch das Gravitationsgesetz an einander gekettet; die ersteren erscheinen nur zufällig von der Erde aus nahe in gleicher Richtung und stehen hintereinander. Vergl. Art. Fixstern.

Doppelstrich ist eine 1750 von Mitchell zuerst angegebene Methode, künstliche Magnete durch Streichen mit Magneten herzustellen. Wegen des Näheren vergl. Art. Magnetisiren.

Doppeltsehen, d. h. das Wahrnehmen zweier Bilder desselben einfachen Gegenstandes wird gewöhnlich als etwas Auffallendes aufgefasst; im Grunde aber sehen wir, wenn wir mit beiden Augen sehen, immer doppelt, nur dass sich die beiden Bilder decken. Streng genommen kann eine vollständige Deckung nur dann stattfinden, wenn beide Augen denselben Punkt fixiren, d. h. die Axen beider Augen auf denselben Punkt gerichtet sind. Dass wir trotzdem auch einen ganzen Körper auf einmal einfach sehen können, erklärt man daraus, dass die Augen mit ungemeiner Schnelligkeit über den ganzen Körper hinwegschweifen und so den Gesammteindruck des Körpers zum Bewusstsein bringen. Ob man ausser dem fixirten Punkte doch noch andere einfach sehen könne, ist in neuerer Zeit Gegenstand vielfacher Untersuchungen gewesen. Es hat sich dabei herausgestellt, dass man in der That gleichzeitig mit dem fixirten Punkte auch alle diejenigen einfach sieht, welche in dem sogenannten Horopter (s. d. Art.) liegen; dass aber alle anderen doppelt erscheinen. Dass man nur innerhalb des Convergenz-

winkels der Augenaxen und seines Scheitelwinkels doppelt sehe, habe ich mittelst meines Diplometers (s. d. Art.) als unrichtig nachgewiesen. — Fixirt man mit beiden Augen einen Gegenstand und übt dann auf das eine Auge einen seitlichen Druck aus, während das andere seine Richtung behält, so sieht man doppelt, da nun nicht mehr beide Axen auf den vorher fixirten Punkt gerichtet sind. — Hält man einen nur wenig geöffneten Zirkel mit etwas heruntergedrückten Spitzen und mit gegen die Stirn gekehrtem Gewinde vor das Gesicht und richtet die Augenaxen auf einen entfernten Gegenstand in der Linie, welche den von den Zirkelschenkeln eingeschlossenen Winkel halbirt; so sieht man zuerst zwei Zirkel, deren innere Schenkel sich durchkreuzen. Werden dann die beiden Schenkel des Zirkels mehr zusammengedrückt, so nähern sich die Bilder der beiden inneren Schenkel und fallen in Eins zusammen, welches jetzt sehr lebhaft, dick und lang aussieht und selbst bis zum Horizonte sich zu erstrecken scheint. Diesen Versuch hat zuerst Smith*) zur Sprache gebracht. Ich habe die Umkehrung dieses hübschen Versuches in folgender Weise ausgeführt**): Man hänge ein schmales helles Band, welches durch irgend einen Gegenstand, z. B. durch einen angehängten Schlüssel, gespannt ist, so um den Hals, dass es bei etwas gebückter Stellung in einem Winkel herabhängt, in dessen Spitze der beschwerende Körper sich befindet, und fixire nun die Spitze dieses Winkels; so sieht man nicht zwei, sondern vier Bänder. Rückt man die Bänder, indem man sie oben fasst, näher aneinander, d. h. verkleinert man ihren Winkel, so fallen zwei von den vier erscheinenden Bändern zusammen, bilden ein einziges, im Verhältniss zu den beiden anderen dickeres und helleres Band, welches, je mehr man sich bückt, um so mehr von der verticalen Richtung abweicht und bisweilen horizontal ins Unendliche zu gehen scheint. Bringt man die beiden Bänder noch näher an einander, so theilt sich das eben gesehene dritte Band wieder in zwei, die sich kreuzen.

Doppelung nennt man das Verfahren, durch Uebereinanderlegen von Plättchen, die aus Krystallen geschnitten sind, im Polarisationsapparate Farben zu entwickeln, wo man bei directer Beobachtung keine entdecken kann. Die Doppelung ist entweder eine parallele oder eine kreuzweise, je nachdem die Hauptschnitte parallel sind, oder senkrecht zu einander stehen. Nimmt man als den einen Körper eine Quarzplatte, so ist der andere negativ, sobald er bei paralleler Doppelung Farben giebt; aber positiv, sobald dies bei kreuzweiser Doppelung eintritt. Vergl. Art. Polarisation des Lichtes.

Doppelventil, s. Art. Kronenventil.

Dosenbarometer nennt man auch das Aneroid-Barometer, über welches im Art. Barometer gegen Ende das Nähere zu finden ist.

---

*) Geschichte der Optik von Priestley. Uebersetzung. S. 479.
**) Poggend. Annal. Bd. 96. S. 588.

Dosenlibelle nennt man eine Wasserwaage mit Luftblase in Dosenform. Sie besteht aus einem messingenen cylindrischen Gefässe von 2 bis 4 Zoll Durchmesser und $^1/_2$ bis 1 Zoll Höhe, welches oben mit einem wasserdicht eingesetzten, nach oben ein wenig convexen Spiegelglase verschlossen und durch eine Oeffnung im Boden soweit mit Flüssigkeit gefüllt ist, dass nur noch eine kleine Luftblase übrig bleibt. Die Bodenöffnung ist durch eine Schraube geschlossen; der Rand um den Boden springt etwa 1 Linie hoch über und ist so abgeschliffen, dass beim Aufsetzen der Dose auf eine horizontale Unterlage die Luftblase genau in der Mitte des Deckglases steht. Um diesen Stand besser beobachten zu können, sind auf dem Deckglase einige kleine concentrische Ringe eingeschliffen, deren Centrum die Mitte des Glases bezeichnet. Vergl. Art. Libelle.

Dove's Gesetz ist das Gesetz der Winddrehung. S. Art. Drehungsgesetz.

Dove's Polarisationsapparat, s. Art. Polarisation des Lichtes.

Dove's polarisirendes Prisma, s. Art. Nicol'sches Prisma.

Drache, electrischer, heisst der als Kinderspielzeug bekannte Papierdrache, wenn er zu Versuchen über die in der Atmosphäre vorhandene Electricität benutzt wird. Franklin war 1752 der erste, welcher den Drachen in dieser Absicht steigen liess (vergl. Art. Blitz). De Romas erhielt bei einem Versuche, den er unter gehörigen Vorsichtsmassregeln anstellte, Funken von 10 Fuss Länge und 1 Zoll Dicke, welche einen Knall, wie ein Pistolenschuss gaben. De Romas hatte eine Schnur von Hanf, welche nach Art der Violinsaiten mit Kupferdraht übersponnen war und in eine seidene Schnur endete, die unter ein Wetterdach ging, um sie vor Regen zu schützen; am Ende der Hanfschnur hing eine blecherne, als Conductor dienende Röhre, aus welcher mittelst eines gut isolirten Ausladers, von welchem eine Kette nach der Erde ging, die Funken gezogen wurden.

Drache, fliegender, ist eine im gemeinen Leben vorkommende Bezeichnung für eine Feuerkugel (s. Art. Feuerkugel).

Drehling, s. Art. Räderwerk. A.

Drehung der Erde um ihre Axe, s. Art. Erde.

Drehung der Leitungsdrähte und **Magnete**, s. Art. Electromagnetismus.

Drehung der Polarisationsebene, s. Art. Polarisation.

Drehungselasticität, s. Art. Elasticität.

Drehungsgesetz des Windes. Dove hat nicht nur thatsächlich nachgewiesen, dass ausserhalb der Tropen die Windrichtung sich nach einem bestimmten Gesetze ändert, sondern auch die Nothwendigkeit dieses Gesetzes aus den zu Grunde liegenden Principien abgeleitet. Das Dove'sche Drehungsgesetz lautet: Auf der nördlichen Halb-

kugel dreht sich der Wind im Sinne S. W. N. O., auf der südlichen im entgegengesetzten S. O. N. W. Die Nothwendigkeit dieses Gesetzes ergiebt sich unter der Annahme, dass Aequatorial- und Polarströme mit einander wechseln, diese Ströme aber bei ihrem Fortschreiten in Orte verschiedener Rotationsgeschwindigkeit kommen. Die Passatwinde ergeben sich aus diesem Gesetze als ein specieller Fall, nämlich als constante Polarströme, und die rückkehrenden Passatwinde als constante Aequatorialströme. Vergl. Art. Passatwinde und Winde. Ueber den Zusammenhang zwischen Windrichtung und Barometerstand s. Art. Barometrie, über den zwischen Windrichtung und Feuchtigkeitszustand der Luft Art. Hygrometrie.

Drehungsmoment bezeichnet das Trägheitsmoment eines Körpers, der sich im Kreise um eine Axe bewegt. S. Art. Trägheitsmoment.

Drehungsmoment, magnetisches. Befinden sich ein Magnetstab und eine nur um eine verticale Axe drehbare Magnetnadel in derselben Horizontalebene und lenkt der Magnet in der Entfernung r die Nadel um den Winkel α ab, so verhalten sich bei einigermassen grossen Entfernungen des Magnets gegen seine Dimensionen die Totalwirkungen umgekehrt wie die dritten Potenzen dieser Entfernungen, es nähert sich $r^3 \, tgs \, \alpha$ einem Grenzwerthe, und diesen Grenzwerth nennt man das reducirte Drehungsmoment. Er ist die Tangente des Ablenkungswinkels, um welchen die Nadel durch den Stab abgelenkt wird, wenn die Mitte derselben von der Mitte des Stabes um die Längeneinheit absteht.

Drehpunkt des Auges, s. Art. Gesichtswinkelmesser.

Drehwaage nennt man ein Instrument zur Messung sehr schwacher Kräfte, z. B. zur Messung der Anziehung, welche kleine Massen ausüben, oder zur Messung der Wirkung der electrischen oder magnetischen Kraft in die Ferne. An einem durch ein Gewicht gespannten Faden, je nach dem Gegenstande der Untersuchung an einem Coconfaden oder an einem Metallfaden, hängt ein Stäbchen oder eine Nadel horizontal schwebend; auf das eine Ende dieses Stabes oder dieser Nadel übt ein Körper eine anziehende oder abstossende Kraft aus, und aus dem Widerstande, welchen der Faden entgegensetzt und der mit dem Winkel, um welchen das Stäbchen oder die Nadel aus der Ruhelage abgelenkt ist, in einem Verhältnisse steht, schliesst man auf die Stärke der Kraft.

Die Drehwaage, mit welcher Cavendish die Anziehung kleiner Massen zu bestimmen suchte, trug an einem Silberfaden einen dünnen Stab, an dessen Enden zwei kleine Metallkugeln befestigt waren. Abgesondert von diesem Theile des Instrumentes hingen an zwei Kupferstäben an der Decke des Gehäuses, welches das Ganze einschliesst, zwei grössere Metallkugeln von demselben Stoffe wie die kleineren, z. B. von Blei. Diese Kugeln konnten von ausserhalb durch Drehung der Kupferstäbe den kleineren bis auf eine gewisse Entfernung genähert werden. Hierdurch gerieth der Stab mit den kleinen Kugeln in eine horizontale, pendel-

artige Schwingung, da der Draht wegen seines Widerstandes die aus der Ruhelage gezogenen kleinen Kugeln wieder in diese zurückzuführen strebte, und nun wurden diese Schwingungen durch ein Fernrohr beobachtet. Cavendish wollte durch seine Versuche die Dichtigkeit der Erde (s. Art. Erde) ermitteln.

Drehwaage, electrische. Mit dieser hat Coulomb um 1787 das Gesetz über die Abnahme der electrischen Kraft mit der Entfernung nachgewiesen. Ein weiter gläserner Cylinder trägt auf seinem in der Mitte durchbohrten Deckel einen engeren Cylinder. Das obere Ende des letzteren ist mit einer in Grade eingetheilten Kreisscheibe bedeckt, in deren Centrum an einer mit einem Zeiger versehenen Axe ein feiner Metallfaden hängt, welcher bis in den weiteren Cylinder reicht und an seinem unteren Ende ein dünnes Schellackstäbchen horizontal schwebend trägt. An dem einen Ende des Schellackstäbchens ist eine kleine Kugel von Hollundermark befestigt und in der Ebene des Stäbchens ist an dem Cylinder eine Kreiseintheilung angebracht. Bringt man nun durch eine besondere Oeffnung im Deckel des grossen Cylinders ein ebenfalls an einem Schellackstabe befestigtes electrisirtes Hollundermarkkügelchen in den grossen Cylinder, so zieht es die andere Kugel erst an und stösst sie darauf ab. Durch Drehung des Metallfadens an der oberen Scheibe kann man die an demselben hängende Kugel zurückdrehen bis auf einen beliebigen Winkel, und die Drehung des Drahtes steht dann mit der Kraft, welche die Kugel abgestossen hatte, in einem gewissen Verhältnisse. Coulomb fand, dass der Widerstand des Drahtes gegen eine Drehung um seine Axe im umgekehrten Verhältnisse der Länge und im geraden mit der vierten Potenz der Dicke steht, und dass sich die electrischen Anziehungen und Abstossungen umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen verhalten.

Drehwaage, magnetische, ist ähnlich eingerichtet wie die electrische Drehwaage, nur dass an dem unteren Ende des feinen Metalldrahtes eine Magnetnadel hängt und ein Magnetstab durch eine Oeffnung eingeführt wird, welcher in verschiedenen Entfernungen auf die Nadel einwirkt. Coulomb stellte 1785 mittelst einer solchen Drehwaage fest, dass die magnetische Kraft in dem Verhältnisse abnimmt, wie die Quadrate der Entfernungen zunehmen.

Dreiklang heisst eine Verbindung von drei unmittelbar auf einander folgenden oder gleichzeitig erklingenden Tönen (vergl. Art. Accord). Consonirende Dreiklänge giebt es innerhalb der Octave nur sechs, nämlich die Dur-Dreiklänge: *C E G; C Es As; C F A;* und die Moll-Dreiklänge: *C Es G; C E A; C F As.* S. Art. Ton.

Driftströmung ist eine Strömung des Meerwassers, die der Richtung des Windes folgt, durch dessen Stoss und Reibung sie erzeugt wird. Es ist ein langsames und nur oberflächliches Treiben im Gegensatze zu den eigentlichen Meeresströmen.

Drilling heisst ein Getriebe mit geraden Stäben, Triebstöcken oder Spillen, statt eingeschnittener Zähne. S. Art. Räderwerk. A.

Drosometer, Thaumesser, ist ein Instrument zur Bestimmung der Menge von Thau, der sich innerhalb einer gewissen Zeit gebildet hat. Im Wesentlichen besteht das Instrument aus einer empfindlichen Waage. Auf die eine Schaale legt man lockere Baumwolle oder Eiderdunen, da diese sehr leicht mit Thau beschlagen, auf die andere, die möglichst polirt sein muss, Gewichte, um die Gewichtszunahme auf der andern Schaale zu ermitteln.

Druck ist eine bei unmittelbarer Berührung zweier in relativer Ruhe befindlicher Körper sich geltend machende Kraftäusserung, durch welche der eine Körper in dem andern eine Verkleinerung des Volumens, eine Veränderung der Form oder des Ortes hervorzubringen strebt. Der Gegensatz von Druck ist insofern der Zug, als derselbe bei sonst gleichen Folgen auf eine Vergrösserung des Volumens hinwirkt. Relative Ruhe ist sowohl beim Drucke als Zuge eine Bedingung, insofern sie sich dadurch von dem Stosse unterscheiden, bei welchem relative Bewegung der Körper stattfinden muss. Druck und Zug sind stets gegenseitig, d. h. ein jeder der beiden Körper erleidet denselben Druck und denselben Zug, oder Druck und Gegendruck, Zug und Gegenzug sind gleich gross. Druck kann auf sehr verschiedene Weise hervorgebracht werden, z. B. durch das Gewicht eines Körpers, der auf einem andern ruht, durch die Spannung eines elastischen Körpers, durch die Expansivkraft der Wärme etc. Die in den einzelnen Fällen besonders auftretenden Erscheinungen und die dann geltenden Gesetze finden sich in den betreffenden Artikeln, z. B. über den Druck der Dämpfe vergl. Art. Dampf, über den Druck der atmosphärischen Luft Art. Atmosphäre und Barometrie, über den Druck, den Flüssigkeiten im Innern erleiden und den sie auf die Gefässwände ausüben, Art. Hydrostatik, über den Druck durch Belastung Art. Festigkeit etc.

Druckdigestor, s. Art. Digestor.

Druckhebel, s. Art. Hebel.

Druckhöhe, s. Art. Hydrostatik.

Druckpumpe ist eine Pumpe, bei welcher der Kolben nicht, wie bei der Saugpumpe (s. Art. Saugpumpe), mit einem Ventile versehen, sondern massiv ist, und von dem Stiefel über dem Saugventile seitwärts ein Rohr, das sogenannte Steigrohr, abgeht, in welchem ein sich nach aussen öffnendes Ventil, das Steigventil angebracht wird. In der Regel ist das Saugrohr sehr kurz. Wird der Kolben gehoben, so dringt durch das Saugventil die Flüssigkeit in den Stiefel; steht der Kolben still, so schliesst sich das Saugventil und die dadurch abgesperrte Flüssigkeit wird darauf beim Niedergange des Kolbens in das Steigrohr gedrückt. Steht der Kolben jetzt wieder still, so schliesst sich das Steigventil, der Stiefel füllt sich wieder beim Aufziehen des Kolbens und das

vorige Spiel beginnt von Neuem. — Die Druckpumpe findet vielfache Verwendung beim Heben von Wasser, namentlich aber bei den Feuerspritzen (s. d. Art.).

Druckspringbrunnen sind der Heronsball und Heronsbrunnen (s. d. Art.).

Drucktelegraph nennt man einen Telegraphenapparat, welcher die telegraphirte Depesche in lesbaren Characteren vollständig fertig liefert, so dass die einzelnen Zeichen nicht erst zusammengesetzt werden müssen. Vergl. Art. Telegraph.

Druckventilator nennt man bei Ventilationseinrichtungen mit zwei Röhren, von denen die eine die verdorbene Luft ab-, die andere frische Luft zuführt, die letztere, während man die erstere den Saugventilator nennt. S. Art. Ventilator.

Drummond'sches **Licht** oder Kalklicht heisst ein nach einer von dem Engländer Drummond angegebenen Methode erzeugtes, ungemein stark leuchtendes Licht. Drummond hatte die Erfahrung gemacht, dass eine Weingeistflamme eine grosse Leuchtkraft erhält, wenn man durch sie einen Strom von Sauerstoffgas gegen Kalkerde bläst, und dadurch kam er auf den Gedanken, die Flamme des Knallgases (1 Theil Sauerstoffgas und 2 Theile Wasserstoffgas) auf ein Stückchen weissen kaustischen (ätzenden) Kalk zu leiten. Hierdurch erhielt er ein leuchtendes Licht, welches in manchen Beziehungen die Stelle des Sonnenlichtes vertreten kann und z. B. in den sogenannten Hydrooxygengas-Mikroskopen, die den Sonnenmikroskopen entsprechen, die Stelle des Sonnenlichtes vertritt. Das Licht leuchtet ungefähr 150mal stärker als eine Wachskerze.

Drusenhöhlen, s. Art. Krystallhöhlen.

Dualismus, s. Art. dualistische Theorie.

Dualistische Theorie nennt man in der Electricitätslehre die Theorie von Robert Symmer, nach welcher es zwei electrische Flüssigkeiten geben soll, im Gegensatze zu der Ansicht von Benjamin Franklin, der nur eine einzige Flüssigkeit zur Erklärung der electrischen Erscheinungen für ausreichend hielt. Die Anhänger von R. Symmer nennt man Dualisten, die von B. Franklin hingegen Unitarier. Nach Symmer haben die Theilchen jeder Art von electrischer Flüssigkeit das Bestreben, sich unter einander abzustossen, aber die verschiedenen das, sich anzuziehen; im unelectrischen Zustande wären die beiden Flüssigkeiten in dem Körper gleichmässig vertheilt; würden aber beide getrennt, so zeige sich da der positiv electrische Zustand, wo von der positiven Flüssigkeit mehr vorhanden sei, und umgekehrt der negativ electrische Zustand, wo die negative Flüssigkeit überwiege.

Ductilität oder Ziehbarkeit ist eine besondere Form der Dehnbarkeit (s. d. Art.), man versteht darunter insbesondere die Eigenthümlichkeit mancher Körper, sich in lange, dünne Formen bringen zu

lassen, und es gehören daher hierhin namentlich die Metalle, aus welchen sich Draht ziehen lässt. Ein solches Metall muss geschmeidig und dabei zähe sein. Gold ist ungemein ziehbar, desgleichen Silber, Platin, Stahl, Eisen, Messing etc., nicht aber Blei, Zinn etc. Glas wird in der Rothglühhitze ungemein ziehbar.

Düse, s. Art. Deupe und Deuse.

Duft bezeichnet im Niederdeutschen einen sehr dünnen Nebel.

Dulong's Gesetz betrifft das Verhältniss der Atomgewichte zu den Wärmecapacitäten. Vergl. Art. Wärme.

Dunkelheit bezeichnet nicht Abwesenheit alles Lichtes in einem Raume — dies würde Finsterniss sein —, sondern einen geringen Grad von Helligkeit. Finsterniss giebt es nicht in verschiedenen Graden, wohl aber Dunkelheit. Man sollte daher auch nicht stockfinster sagen, sondern stockdunkel.

Dunkle Kammer, s. Art. Camera obscura.

Dunkle Körper nennt man diejenigen, die nur durch das Licht, welches von anderen Körpern auf sie trifft, sichtbar werden, in welchem Falle sie be- oder erleuchtet heissen. Den Gegensatz der dunklen Körper bilden die leuchtenden, welche die Quelle des von ihnen ausgehenden Lichtes in sich selbst tragen.

Dunst wird von manchen Seiten gebraucht zur Bezeichnung des Zustandes einer aus einer tropfbaren Flüssigkeit entstandenen Luftart, in welchem sie dem Auge nicht sichtbar ist, im Gegensatze zu Dampf, der dann eine undurchsichtige Masse einer solchen Luftart bedeuten soll. Von anderen Seiten werden diese beiden Begriffe gerade umgekehrt aufgefasst. Vergl. Art. Dampf.

Dunstbläschen, s. Art. Dampfbläschen.

Dunsthülle, **Dunstkreis**, } s. Art. Atmosphäre.

Duplicator (Verdoppler) **der Electricität** heisst ein von Bennet angegebenes, aber nicht bewährt befundenes Instrument, durch welches kleine sonst nicht wahrnehmbare Quantitäten von Electricität zur Wahrnehmung gebracht werden sollten. Abweichend von dem Condensator, durch welchen (s. Art. Condensator) Electricität von schwacher Spannung, die indessen in grösserer Menge vorhanden ist, gesammelt wird, soll durch den Duplicator eine an sich geringe Menge von Electricität zur Aeusserung einer grösseren Spannung gebracht werden. Zu dem Instrumente gehörten drei Metallscheiben. Die eine war isolirt in horizontaler Lage und auf der Oberfläche lackirt; die zweite, am Rande mit einem isolirenden Handgriffe versehene war auf beiden Seiten, aber nicht am Rande lackirt; die dritte, mit einem isolirenden Handgriffe in der Mitte versehene hatte nur auf der dem Handgriffe entgegengesetzten Fläche einen Lacküberzug. Beim Gebrauche wurde die zweite Scheibe auf die erste gelegt, und der ersten die zu untersuchende kleine

Menge Electricität mitgetheilt, während man den Rand der zweiten mit dem Finger berührte. Hierauf wurde der Finger von der zweiten Scheibe entfernt, die zweite von der ersten Scheibe isolirt abgehoben und die dritte auf die zweite gesetzt, während man die obere Seite der dritten mit dem Finger berührte. Jetzt wurde der Finger entfernt, die dritte Scheibe isolirt von der zweiten abgehoben und die zweite wieder auf die erste gelegt, dann aber die dritte Scheibe mit ihrem Rande an den Rand der ersten Scheibe gehalten, während der Finger die zweite berührte. Hierauf wurde die zweite Scheibe wieder von der ersten abgehoben und der eben beschriebene Gang mehrmals wiederholt. Auf diese Weise konnte man die Spannung der Electricität selbst bis zum Ausbrechen von Funken steigern. — Der innere Vorgang ist hierbei folgender. Gesetzt man habe der ersten Scheibe eine kleine Menge $+ E$ mitgetheilt, so wird die zweite mit einer entsprechenden Menge $- E$ geladen in der Weise der Franklin'schen Tafeln; durch die darauf erfolgende Combination der zweiten Scheibe mit der dritten wird dann die dritte Scheibe in derselben Weise mit einer entsprechenden Menge $+ E$ geladen; berührt man dann die erste Scheibe, während die zweite auf ihr liegt, mit der dritten, so bringt man in die erste noch eine kleine Menge $+ E$ zu der bereits darin enthaltenen und folglich wird auch die zweite Scheibe stärker mit $- E$ geladen u. s. f. — Da bei dem Abnehmen und Aufsetzen der Scheiben aufeinander durch Reibung Electricität erregt, ebenso durch Berührung mit dem Finger Contactelectricität hervorgerufen werden kann, so ist das Resultat kein sicheres. Man hat mehrere Verbesserungen versucht, z. B. Bohnenberger, Cavallo; am besten ist die von Nicholson, bei welcher die Berührung mit dem Finger umgangen wird.

Durchbruchshöhlen nennt man Höhlen, welche an beiden Enden zu Tage treten, z. B. das Martinsloch im Tschingelhorne; der hohle Stein bei Muggendorf; auf der Insel Mosköe sind mehrere.

Durchdringlichkeit bezeichnet gegenseitige Durchdringung von Körpern, wie solche im Art. Diffusion und Art. Endosmose näher angegeben ist.

Durchlassungsvermögen für Wärmestrahlen, s. Art. Wärme, strahlende.

Durchleitungsvermögen, s. Art. Leitungsvermögen.

Durchmesserscheibe dient zu Irradiationsversuchen, s. Art. Irradiation.

Durchscheinend, s. Art. Durchsichtig.

Durchseihen, s. Art. Filtriren.

Durchsichtig nennt man einen Körper, oder er besitzt Durchsichtigkeit, wenn man durch ihn hindurch hinter ihm befindliche Gegenstände in scharfen Umrissen erkennt; nimmt man die Gegenstände — selbst wenn sie nahe stehen — nur in unbestimmten Umrissen wahr,

so heisst er durchscheinend; sieht man gar nichts von den hinter demselben befindlichen Gegenständen, so ist er undurchsichtig. — Polirtes Glas, ruhiges Wasser, Luft etc. sind durchsichtig. — Hornscheiben, geöltes Papier, mattes Glas, mit Wasser verdünnte Milch etc. sind durchscheinend. — Wachsbilder, Lithophanien etc. gründen sich darauf, dass die Körper bei verschiedener Dicke mehr oder weniger durchscheinend werden oder Licht durchlassen. — Streng genommen ist kein Stoff weder vollkommen durchsichtig noch undurchsichtig. Blattgold z. B. lässt das Licht mit grünlich blauer Farbe durch, wenn die Dicke nicht über $^1/_{2000}$ Linie beträgt.. Auch der blaue Duft, in welchem ferne Gegenstände erscheinen, rührt von der nicht vollständigen Durchsichtigkeit der Luft in solchen Fällen her. Vergl. Art. Diaphanometer.

Bei den durchsichtigen Körpern versetzen die auffallenden Lichtwellen ohne merkliche Schwächung den in den Körpern enthaltenen Aether in regelmässige Schwingungen, die bei dem Austreten auf der Hinterseite derselben sich als regelmässige Lichtwellen weiter fortpflanzen; bei den durchscheinenden Körpern erleiden die in ihnen erregten Schwingungen eine mehr oder minder bedeutende Schwächung; bei den undurchsichtigen ist die Schwächung so bedeutend, dass die in ihnen erregten Schwingungen gar nicht bis auf die Hinterseite durchdringen können.

Dur-Tonleiter, s. Art. Tonleiter.

Dyhenoëdrisches Krystallsystem, s. Art. Krystallographie. A.

Dynameter heisst ein von Baumann erfundenes Instrument zur Messung der Vergrösserung eines Fernrohres. Es ist ein Mikrometer aus einer dünnen Perlmutterscheibe. Die Zahl der Theilstriche, welche ein durch das Fernrohr gesehener Gegenstand bedeckt, giebt den optischen Winkel, also die Grösse desselben, und dadurch erhält man durch Vergleichung mit deren Bilde im unbewaffneten Auge die Vergrösserung.

Dynamide nennt Redtenbacher ein Körperatom mit der dasselbe umgebenden Aetherhülle; Dynamidensystem aber einen Stoff, welcher aus solchen Dynamiden, die sich im Gleichgewichte befinden, besteht. Redtenbacher nimmt nämlich an, dass die Körper aus Körperatomen und Aetheratomen bestehen; dass jene schwer und träge, diese nur träge, aber nicht schwer sind; dass diese im Verhältniss zu jenen sehr klein sind; dass die Körperatome sich untereinander anziehen, die Aetheratome aber sich untereinander abstossen: dass zwischen beiden Arten von Atomen, aber nur innerhalb kleiner Entfernungen, Anziehung stattfindet; dass deshalb jedes Körperatom von einer Aetherhülle umgeben ist, während der übrige Aether in Folge der Abstossung der Aetheratome unter einander sich durch den ganzen Weltenraum verbreitet. Die in neuester Zeit immermehr zur Geltung kommende Ansicht, dass die Wärmeerscheinungen in einem mechanischen Vorgange

beruhen, brachte Redtenbacher (1857) auf seine Hypothese über die Constitution der Materie. Weiteres im Art. Wärme.

Dynamik ist die Wissnschaft von der Bewegung physischer Körper im Gegensatze zu der Wissenschaft von dem Gleichgewichte der Kräfte, welche man Statik nennt. Die rein mathematische Bewegungslehre nennt man Phoronomie (s. Art. Bewegungslehre). Die Wissenschaft, welche von den Gleichgewichts- und Bewegungsgesetzen der physischen Körper handelt, heisst Mechanik. Diese zerfällt in Statik und Dynamik, und da es drei Aggregatzustände giebt, so unterscheidet man von jeder wieder drei Disciplinen, von denen wir hier die Dynamik fester Körper oder Dynamik schlechthin, die Dynamik tropfbarflüssiger Körper oder Hydrodynamik, die Dynamik luftförmiger Körper oder Aerodynamik erwähnen. Vergl. die besonderen Art., z. B. Ebene.

Dynamiker heissen Diejenigen, welche bei der Constitution der Materie davon ausgehen, dass dieselbe das Resultat von zwei Kräften, einer anziehenden und einer abstossenden, sei und dass die Undurchdringlichkeit der Materie durch die abstossende Kraft bewirkt werde. Den Gegensatz hierzu bilden die Atomisten, nach deren Ansicht die Materie aus Atomen (s. Art. Atom) besteht, so dass die Undurchdringlichkeit der Materie in der blossen Existenz besteht. Nach Herbart werden oder sind die Elemente selbst Kräfte, insofern sie mit anderen von entgegengesetzter Qualität zusammen sind.

Dynamometer, Kraftmesser, ist eine Vorrichtung, durch welche die absolute Grösse von Kräften oder deren Wirkung gemessen wird. Man unterscheidet: 1) Eigentliche Dynamometer oder wirkliche Kraftmesser zum Messen directer Zug- und Druckkräfte; 2) Dynamometer zur Bestimmung der Nutzeffecte und Arbeitseffecte, die man Effectmesser oder Energimatometer nennen kann; 3) optische Dynamometer zur Messung der Vergrösserung durch Fernröhre.

Zu den eigentlichen Dynamometern gehört die Federwaage oder das Feder-Dynamometer zum Messen von Zug- und Druckkräften. Dies Dynamometer gründet sich auf die Elasticität des Stahles. Eine ellipsenartig gekrümmte Stahlfeder trägt in der Mitte der einen langen Seite eine Messingplatte, auf welcher ein drehbarer Zeiger angebracht ist; in der Mitte der anderen langen Seite ist ein kleiner gabelförmiger Träger befestigt, in welchem sich eine kleine Metallstange bewegt, welche mit ihrem anderen Ende einen kleinen Winkelhebel ergreift, dessen Drehpunkt in der Nähe des Drehpunktes des vorher genannten Zeigers sich befindet, so dass der andere Arm des Hebels an dem Zeiger anliegt; die Spitze des Zeigers geht an einer Eintheilung vorbei, die empirisch durch Gewichte bestimmt wird; oft hat der Zeiger eine doppelte Spitze und dem entsprechend auch eine doppelte Scala. Wenn keine Zug- oder Druckkräfte an dem Instrumente wirken, steht der an

dem Winkelhebel anliegende Zeiger auf dem Nullpunkte der Scala; werden aber die beiden langen Seiten gegeneinander gedrückt oder die schmalen Enden auseinander gezogen, so schiebt der Winkelhebel den Zeiger vorwärts und die Stellung des Zeigers sagt, wie stark die Kraft in Gewichten gewesen ist, welche die Formveränderung der Stahlfeder bewirkte. Da ein Zug an den schmalen Enden viel stärker sein muss als ein Druck an den langen Seiten, um eine gleich grosse Formveränderung hervorzubringen, so lässt man starke Kräfte, z. B. von Pferden, an den schmalen Enden auseinander ziehen, schwächere aber, z. B. von Menschen, die langen Seiten gegeneinander drücken oder gegeneinander ziehen, wofür dann die doppelte Scala anzubringen ist. Das erste zweckmässige Dynamometer ist von Regnier (1807) angegeben.

Zu den eigentlichen Dynamometern könnte man ferner alle Waagen zur Ermittelung des Gewichtes der Körper rechnen; über diese verweisen wir auf Art. Waage, wo auch die Federwaagen ihre Erledignng finden.

Von den Effectmessern ist der wichtigste Prony's Zaum oder Bremsdynamometer zur Bestimmung des Nutzeffectes einer Kraftmaschine durch Messen eines absichtlich erzeugten Widerstandes. Dies Prony'sche Dynamometer beruht darauf, die lebendige Kraft einer sich drehenden Welle durch Reibung zu compensiren und das Moment dieser Reibung zu bestimmen. Der wesentlichste Theil besteht in zwei kreisförmig ausgeschnittenen Sätteln, d. h. Abschnitten eines hohlen Cylinders in der Richtung der Cylinderaxe. Bei eisernen Wellen sind diese Sättel ganz von Holz, bei hölzernen Wellen auch von Holz, aber in der Höhlung mit Eisenblech belegt. Diese Sättel müssen an die untersuchende Welle genau anschliessen, und zwar wird der eine oben aufgelegt und der andere auf der unteren Seite angebracht. Der obere Sattel ist an einem langen, senkrecht zur Axe liegenden Balken befestigt, der nach beiden Seiten überragt: der untere ruht auf einem aus mehreren auf einandergelegten Schienen gebildeten kürzeren Balken, der mit dem oberen durch Schraubenbolzen verbunden wird. Soll nun die Kraft der Welle bei einer bestimmten Winkelgeschwindigkeit oder Umdrehungszahl ermittelt werden, so zieht man die Schrauben der Schraubenbolzen so stark an und legt auf eine Waagschaale, die an dem oberen Balken auf der Seite desselben, welche der Umdrehungsrichtnng der Welle entgegengesetzt liegt, angehängt ist, soviel Gewichte, bis erstens die Welle die erforderliche Geschwindigkeit erhält, aber zweitens auch der Balken ohne alle weitere Unterstützung, als durch die Reibung in den Sätteln horizontal liegt. Offenbar wird dann die ganze Arbeit der Welle von der Reibung zwischen den Sätteln und der Welle aufgezehrt, und es kommt nun darauf an, diese Reibung aus dem auf der Welle liegenden Gewichte zu bestimmen. Macht die Welle in einer Minute N Umdrehungen,

so ist die Winkelgeschwindigkeit derselben $= 2r\pi \cdot \frac{N}{60} = \frac{N \cdot r \cdot \pi}{30}$, wenn r der Radius der Welle ist. Bezeichnen wir nun die Entfernung des Punktes des Balkens, welcher vertical über dem Mittelpunkte der Welle liegt, von dem Aufhängepunkte der Waagschaale mit E, und ist das in der Waagschaale liegende Gewicht $= p$, während eine Kraft p' in dem Aufhängungspunkte der Waagschaale erforderlich sein mag, um den in dem vorher bezeichneten Punkte auf einer Schneide unterstützten und nicht mit Gewichten beschwerten Balken horizontal zu erhalten; so ist das bei diesem Punkte wirksame Moment $E\,(p + p')$, und folglich die mechanische Arbeit der Welle

$$= \frac{N \cdot r \cdot \pi}{30} \cdot \frac{E\,(p + p')}{r} = \frac{E \cdot N \cdot \pi}{30} \cdot (p + p').$$

Um nicht für jede andere Welle auch andere Sättel anfertigen zu müssen, hat Egen eine Verbesserung angebracht, die im Wesentlichen in einem Ringe besteht, welcher auf die zu untersuchende Welle aufgeschraubt wird, so dass nun dieser Ring gewissermassen die Stelle der Welle vertritt, an welcher die Sättel angelegt werden. Armstrong hat dies noch vereinfacht, indem er um die Welle einen offenen Ring legt, der an den freien Enden durch Schrauben angezogen und an welchem der Balken durch eine Gabel befestigt wird.

Wegen der optischen Dynamometer vergl. Art. Auxometer und Art. Dynameter.

Dysopie bedeutet Gesichtsschwäche.

E.

Ebbe und **Fluth** oder Gezeiten des Meeres nennt man das periodische Sinken und Steigen der Meeresoberfläche, welches man namentlich an der Meeresküste beobachtet. Hat das Wasser an einer Stelle seine grösste Höhe erreicht, so sagt man es sei volle Fluth oder hohes Wasser; hierauf beginnt das Wasser sich zurückzuziehen, und man sagt, es trete die Ebbe ein; nach etwa 6 Stunden 8 Minuten ist der Stand des Wassers am niedrigsten oder die tiefste Ebbe oder das niedrigste Wasser; hierauf fängt das Wasser wieder an zu steigen, und man sagt, es trete die Fluth ein; nach etwa

6 Stunden 8 Minuten ist wieder volle Fluth, und so geht der Wechsel zwischen Ebbe und Fluth fort, so dass sich jede täglich oder genauer in 24 Stunden 50 Minuten 28 Secunden zweimal einstellt. Die Höhe der Fluth ist an demselben Orte nicht immer dieselbe, namentlich stellen sich die höchsten Fluthen, die man Springfluthen nennt, zur Zeit des Vollmondes und Neumondes ein, während die niedrigsten Fluthen, die sogenannten Nippfluthen auf die Mondsviertel fallen. Ausserdem bewirken insbesondere die Stürme und das Umsetzen des Windes mannichfache Störungen im gewöhnlichen Verlaufe.

Zwischen zwei auf einander folgenden Mond-Culminationen (Durchgängen durch den Meridian) vergeht dieselbe Zeit von 24 Stunden 50 Minuten 28 Secunden, welche in der vorher angegebenen Periode sich zeigt. Dies und die Beziehung der Springfluthen und Nippfluthen zu dem Mondstande erwecken den Gedanken, dass die Erscheinung der Ebbe und Fluth namentlich von dem Monde bewirkt werde, und dies hat sich auch bestätigt. Die Gravitation zwischen Erde und Mond ist gegenseitig, d. h. die Erde zieht nicht blos den Mond an, sondern auch der Mond die Erde. Die Gravitationskraft nimmt in dem Verhältnisse ab, wie das Quadrat der Entfernung des Angezogenen zunimmt. Denken wir uns nun die Erde ganz mit Wasser bedeckt, so wird der Erdmittelpunkt von dem Monde mit einer gewissen Kraft angezogen und dem Monde genähert; der in der Richtung von dem Erdmittelpunkte nach dem Mondmittelpunkte hin liegende Theil der Erdoberfläche liegt um etwa 850 Meilen dem Monde näher, wird folglich stärker als der Erdmittelpunkt angezogen und nähert sich dem Monde noch mehr; der entgegengesetzt liegende Theil der Erdoberfläche hingegen liegt um etwa 850 Meilen weiter von dem Monde entfernt als der Erdmittelpunkt, wird folglich schwächer als dieser angezogen und nähert sich daher dem Monde nicht in dem Masse wie dieser. Die Folge hiervon wird sein, dass das Wasser, welches die ganze Erde nach unserer Annahme bedecken soll, sich in seinen Theilen verschiebt und zwar in der Richtung nach dem Monde hin sich dem Monde zudrängt, aber in der entgegengesetzten gewissermassen von diesem zurückweicht, so dass das Wasser an diesen beiden Stellen steigt und in der Mitte sich erniedrigt. Wegen der Rotation der Erde rücken die beiden Stellen der Fluth und ebenso die beiden Stellen der Ebbe in der Zeit von einer Mond-Culmination bis zur nächsten einmal um die Erde herum, wenn die Rotation in der Ebene erfolgt, welche durch die vier bezeichneten Stellen geht, und es erklärt sich hieraus die Erscheinung, wie sie auf der ganz mit Wasser bedeckten Erde erfolgen würde. Wie ändert sich aber der Vorgang, da die Erde der gemachten Voraussetzung nicht entspricht, sondern die Meeresfläche von den Festländern unterbrochen ist?

Die Beobachtungen haben ergeben, dass zwar die Zeit der Periode an den verschiedenen Orten dieselbe ist, aber dass die Fluthen nicht

mit den Mond-Culminationen immer zusammenfallen, sondern meistens eine bestimmte Zeit nach denselben eintreten. Diese Zeit nennt man die Hafenzeit des betreffenden Ortes. In Hamburg z. B. tritt die volle Fluth 5 Stunden nach der Culmination des Mondes ein und die Hafenzeit von Hamburg beträgt also 5 Stunden. Ebenso ist die Hafenzeit von Lissabon 4 Stunden, von Brest 3 Stunden 45 Minuten, von Calais 11 Stunden 45 Minuten etc. Whewell hat diese Hafenzeit aus möglichst vielen Orten gesammelt und auf einem Globus alle die benachbarten Orte verbunden, welche an einem bestimmten Tage um dieselbe Stunde volle Fluth haben. Hierdurch erhielt er Fluthlinien, die man Isorachien genannt hat, und daraus hat sich ergeben, dass die Fluthwelle im stillen Ocean ihren Ausgang hat, von da sich durch den indischen Ocean westwärts weiter bewegt, um das Vorgebirge der guten Hoffnung herum, — durch das westwärts vorliegende Südamerika am Vordringen nach Westen gehindert — in den atlantischen Ocean nördlich eindringt, durch die ostwärts vorspringende Küste Nordamerikas eine Richtung nach Europa zu erhält und so zu uns gelangt. Zu der Wanderung vom stillen Ocean bis an die Nordspitze Schottlands braucht die Fluthwelle etwa eine Zeit von 36 Stunden. Die grosse Wasserfläche des südlichen Theiles des stillen Oceans entspricht den oben gestellten Bedingungen einer ganz mit Wasser bedeckten Erde am meisten, und daher erklärt sich der Ausgang der Fluthwelle von dort. — Bei diesem Fortschreiten der Fluthwelle erklärt sich, warum die Ebbe und Fluth im mittelländischen Meere nicht sehr bedeutend ist, am Busen von Cabes und den Küsten von Tunis ist sie noch am merklichsten; warum in der Ostsee nur Spuren zu entdecken gewesen; warum in manchen Gegenden, in denen sich in Folge einer Verengung das Wasser staut, sehr bedeutende Fluthhöhen eintreten etc. Der Unterschied zwischen dem hohen und niedrigen Wasserstande zur Zeit der Springfluth beträgt z. B. auf Isle de France 3 Fuss, auf Manilla $2^1/_2$, in Hamburg 7, in der Fundy-Bai 60, bei Brest 19, an der Insel Guernsey 35, zu Hull 22, in Liverpool 27, bei Ostende 16, an der Scheldemündung 18 etc.

Uebt der Mond einen solchen Einfluss auf die Erde aus, so ist von der Sonne ein Gleiches zu erwarten. Indessen folgt aus der grösseren Entfernung ungeachtet der grösseren Masse der Sonne ein Einfluss von geringerer Beträchtlichkeit. Zur Zeit des Vollmondes und des Neumondes fallen die Fluthen, welche Sonne und Mond erregen, zusammen; zur Zeit der Mondviertel fällt die Mondfluth mit der Sonnenebbe und die Mondebbe mit der Sonnenfluth zusammen; folglich sind jene Fluthen bedeutender als diese. Die Höhe der Sonnenfluth ist etwa nur halb so gross als die der Mondfluth. — Bei der Erdnähe des Mondes sind die Fluthen im Allgemeinen bedeutender, als bei der Erdferne desselben. Zur Zeit der Nachtgleichen sind die Springfluthen am grössten, zur Zeit der Sonnenwenden am kleinsten. Auf der nördlichen Halbkugel sind

Morgens die Springfluthen im Winter grösser, im Sommer kleiner als Abends. Fällt die Nachtgleiche mit einem Neu- oder Vollmonde und zugleich mit der Erdnähe des Mondes zusammen, so treten die höchsten Fluthen ein.

Unregelmässigkeiten treten ein z. B. im Busen von Tonking, wo innerhalb 24 Stunden nur eine Fluth und eine Ebbe sein, auch zu Zeiten gar keine Ebbe und Fluth eintreten soll; in der Meerenge von Malacca, wo einen Theil des Jahres hindurch das Wasser 9 Stunden lang zu und 3 Stunden lang abfliesst. Treten gleichzeitig mit der Fluth Stürme ein, so können die Fluthen, dann Sturmfluthen genannt, das sonst geltende Mass weit überschreiten. Ebenso haben Erdbeben ganz ungewöhnliche Ebben und Fluthen veranlasst. Eine mit der Fluth verbundene eigenthümliche Erscheinung ist die Bore (s. d. Art.) an der Mündung des Amazonenstromes und an anderen Orten, ebenso die Mascara oder der Mascaret in der Dordogne, worüber Art. Mascara zu vergleichen.

Ebene nennt man jede Fläche, in welcher sich von jedem Punkte aus nach jeder Richtung gerade Linien ziehen lassen, so dass sie vollständig in dieselbe fallen. Eine Ebene, welche senkrecht auf der verticalen Richtung, d. h. auf der Richtung, in welcher ein Körper frei fallen würde, steht, heisst eine horizontale Ebene. Die Schwerkraft eines Körpers wird durch eine solche Ebene aufgehoben, so dass durch dieselbe keine Bewegung des Körpers entstehen kann. Eine Ebene, welche auf einer horizontalen senkrecht steht, heisst eine verticale Ebene. Eine Ebene, welche weder vertical noch horizontal ist, heisst eine schiefe oder geneigte Ebene, und diese ist in der Physik besonders wichtig, weshalb auch für die bei einer solchen geltenden Gesetze der folgende Artikel bestimmt ist.

Ebene, geneigte oder schiefe nennt man eine Ebene, welche weder horizontal noch vertical ist. Ihre Neigung bestimmt man nach dem Winkel, welchen sie mit dem Horizonte bildet. Die Entfernung irgend eines Punktes der schiefen Ebene von einer tiefer liegenden horizontalen Ebene nennt man die Höhe, die Entfernung desselben Punktes von der Durchschnittslinie beider Ebenen die Länge, die Entfernung des Fusspunktes der Höhe von dieser Durchschnittslinie die Basis der Ebene. Höhe, Länge und Basis bilden ein rechtwinkeliges Dreieck.

In der Physik kommen bei der schiefen Ebene namentlich in Betracht die Bewegungsgesetze und die Gleichgewichtsgesetze auf derselben.

A. Bewegungsgesetze oder Fall auf der schiefen Ebene. Ein auf einer schiefen Ebene liegender und nur der Schwerkraft unterworfener Körper wird mit einer Kraft auf derselben herabgetrieben, welche sich zu seinem Gewichte wie die Höhe zur Länge verhält. — Drückt man den Weg, durch welchen ein Körper in der ersten

Secunde frei fallen würde, durch eine lothrechte Strecke aus und zerlegt diese in eine mit der Länge der schiefen Ebene parallele und in eine auf ebenderselben senkrechte; so giebt die parallele an, durch welchen Weg der Körper in der ersten Secunde auf der schiefen Ebene durch die Schwerkraft getrieben werden würde. Dieser Weg sei $^1/_2 g_,$ und der beim freien Falle $^1/_2 g$; dann gilt $^1/_2 g_, : {}^1/_2 g = h : l$, wo h die Höhe und l die Länge der schiefen Ebene bezeichnet. Folglich ist auch $g_, : g = h : l$, wo g die Acceleration (s. d. Art.) beim freien Falle bezeichnet. Folglich ist auch $g_, M : gM = h : l$, wo M die Masse des Körpers ist. Folglich ist auch $P_, : P = h : l$, oder $P_, = P \cdot \frac{h}{l} = P \cdot \sin\alpha$, wenn P das Gewicht des Körpers ausdrückt (s. Art. Gewicht) und α der Neigungswinkel der schiefen Ebene ist. — Die Kraft $P_,$ nennt man auch das relative oder respective Gewicht und bei einem materiellen Punkte die relative oder die respective Schwere.

Der Druck, welchen ein Körper unter denselben Umständen in senkrechter Richtung auf die schiefe Ebene ausübt, verhält sich zu dem Gewichte desselben, wie die Basis zur Länge. — Ist $^1/_2 g_{,,}$ bei der vorher angegebenen Zerlegung die Componente, welche senkrecht zur Länge der schiefen Ebene wirkt, so ist $^1/_2 g_{,,} : {}^1/_2 g = b : l$, wo b die Basis bezeichnet. Folglich ist auch $g_{,,} : g = b : l$; folglich auch $g_{,,} M : gM = b : l$; folglich auch $P_{,,} : P = b : l$; folglich auch $P_{,,} = P \cdot \frac{b}{l} = P \cdot \cos\alpha$. — Der Druck eines Körpers in senkrechter Richtung auf eine schiefe Ebene ist also um so grösser, je kleiner der Neigungswinkel ist.

Da die Schwerkraft continuirlich wirkt, so wird auf der schiefen Ebene ein Körper ebenfalls durch eine continuirliche Kraft herabgetrieben, und da diese unabhängig ist von der Stelle, an welcher sich der Körper befindet, weil ja stets $P_, = P \cdot \sin\alpha$ und $g_, = g \cdot \sin\alpha$ ist, so muss die Bewegung von der schiefen Ebene herab eine gleichförmig beschleunigte und auf derselben empor eine gleichförmig verzögerte sein. Es gelten also hier die für diese Bewegungsarten eintretenden Gesetze (vergl. Bewegungslehre II. und III.), und ist nur noch zu bemerken, dass die Acceleration auf der schiefen Ebene, welche sich oben $= g_, = g \cdot \frac{h}{l} = g \cdot \sin\alpha$ ergeben hat, um so kleiner ist, je kleiner der Neigungswinkel wird. — Im Besonderen ergeben sich, wenn man von allen Hindernissen absieht, folgende Resultate:

1) Ein Körper erlangt durch den Fall auf der schiefen Ebene dieselbe Geschwindigkeit, welche er beim freien Falle durch die Höhe derselben erhalten haben würde. In beiden Fällen ist $c = \sqrt{2gh}$.

2) Bewegt sich ein Körper über mehrere mit einander zusammenhängende schiefe Ebenen, ohne bei dem Uebergange aus der einen in die andere ein Hinderniss zu finden oder eine Störung zu erleiden, so erlangt er am Ende dieselbe Geschwindigkeit, als wenn er bis zu derselben Tiefe vertical herabgefallen wäre. — Folglich erlangt ein Körper beim Falle auf einer Curve in irgend einem Punkte derselben dieselbe Geschwindigkeit, als ob er vertical bis zu der durch diesen Punkt gehenden Horizontalen frei gefallen wäre. — In Betreff der erlangten Geschwindigkeit bleibt es sich überhaupt gleich, auf welchem Wege ein Körper von einem höheren Punkte nach einem niederen fallend sich bewegt.

3) Auf einer schiefen Ebene durchläuft ein Körper in derselben Zeit, in welcher er durch die Höhe derselben herabfallen würde, eine Strecke, welche sich zur Höhe verhält, wie diese zur Länge. — Da nämlich $g_{,} = g\,\frac{h}{l}$ und die Zeit $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ ist, so wird der Weg $s = {}^1/_2 g_{,} t^2 = \frac{h^2}{l}$. — Fällt man von dem Fusspunkte der Höhe ein Perpendikel auf die Länge, so ist das Stück der Länge zwischen der Höhe und diesem Perpendikel dem durchlaufenen Wege gleich.

4) Ein Körper durchläuft in einem verticalen Kreise die von dem höchsten Punkte ausgehenden oder nach dem tiefsten Punkte hingehenden Sehnen in derselben Zeit, in welcher er durch den verticalen Durchmesser gefallen sein würde. — Dies ist eine unmittelbare Folge aus Nr. 3.

5) Die Zeit des Falles auf einer schiefen Ebene durch ihre Länge verhält sich zur Zeit des freien Falles durch die Höhe derselben, wie die Länge zur Höhe. — Denn da $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ und $t_{,} = \sqrt{\frac{2l}{g_{,}}}$, aber $g_{,} = g\,\frac{h}{l}$ ist, so ist $t_{,} = \sqrt{\frac{2\,l^2}{gh}}$ und also $t_{,} : t = l : h$.

B. Gleichgewichtsgesetze. Es ist bei der schiefen Ebene, wie auch sonst, die Frage nicht, welche Kraft erforderlich ist, um einen Körper auf ihr aufwärts oder abwärts zu bewegen, sondern welche Kraft bewirkt unter gegebenen Verhältnissen Gleichgewicht, weil es sich dann von selbst versteht, dass Bewegung in dem einen oder dem anderen Sinne erfolgen muss, sobald die Gleichgewichtsbedingungen nicht erfüllt sind. Bei der schiefen Ebene kommt es namentlich darauf an, welche Richtung die Kraft hat, durch welche ein auf derselben liegender Körper im Gleichgewichte erhalten werden soll. Dabei wird überdies zunächst von allen Hindernissen abgesehen.

1) Ist die Kraft, welche einen auf einer schiefen Ebene liegenden

Körper im Gleichgewichte halten soll, parallel der Länge gerichtet, so muss sich die Kraft zur Last verhalten, wie die Höhe zur Länge. — Es ergiebt sich dies aus dem oben unter A. angeführten Resultate $P_{,} : P = h : l$, da $P = L$ d. h. der Last und $P_{,} = K'$ d. h. der Kraft wird, also $K' : L = h : l$ ist. Es ist also $K' = L \cdot \frac{h}{l} = L \cdot sin\, \alpha$.

2) Ist die Kraft parallel der Basis, so muss sich die Kraft zur Last verhalten, wie die Höhe zur Basis. — Man zerlege wie vorher, aber in eine auf der Länge senkrechte und in eine mit der Basis parallele Richtung. Es ist dann $K' : L = h : b$, also $K' = L \cdot \frac{h}{b} = L \cdot tgs\, \alpha$.

3) Schneidet die Richtung der Kraft die Länge unter einem beliebigen spitzen Winkel β, so muss sich die Kraft zur Last verhalten, wie die Höhe zu der Projection der Länge auf die Richtung der Kraft. Man zerlege wie vorher, aber in eine zur Länge senkrechte und in eine mit der Richtung der Kraft parallele Richtung. Ist der Neigungswinkel α, so ist dann $K' : L = sin\, \alpha : cos\, \beta$, also auch $K' : L = l \cdot sin\, \alpha : l \cdot cos\, \beta$. Die Kraft ist also $= K' = L \cdot \frac{sin\, \alpha}{cos\, \beta}$.

4) Der Druck, welchen ein auf einer schiefen Ebene liegender Körper auf diese ausübt und welchem die Festigkeit der Ebene entsprechen muss, verhält sich, wenn der Körper von einer Kraft im Gleichgewichte gehalten wird, zur Last, wie $cos\, (\alpha \mp \beta) : cos\, \beta$, wo $+$ gilt, wenn die Richtung der Kraft unterhalb, und $-$, wenn sie oberhalb der Falllinie der Last die Länge unter dem Winkel β schneidet. — Es ergiebt sich dies aus der unter Nr. 3 angegebenen Zerlegung und da dieser Fall als allgemeiner auch die speciellen enthält, bei welchen die Kraft parallel der Länge oder parallel der Basis ist, so folgt für die mit der Länge parallele Richtung der Kraft, weil dann $\beta = 0$ wird, $P : L = cos\, \alpha : 1$, also $P = L \cdot cos\, \alpha = L \cdot \frac{b}{l}$, und für die mit der Basis parallele Richtung der Kraft, weil dann $\beta = \alpha$ wird, $P : L = 1 : cos\, \alpha$, also $P = \frac{L}{cos\, \alpha} = L \cdot \frac{l}{b}$. Schneidet die Richtung der Kraft die Länge der schiefen Ebene oberhalb der Falllinie des Körpers, so ist also der Druck auf die schiefe Ebene stärker, und schneidet sie unterhalb, so schwächer als bei einer der Länge parallelen Richtung.

5) Ist die Kraft stärker oder schwächer als es das Gleichgewicht verlangt, so dass Bewegung in dem einen oder in dem anderen Sinne erfolgt, so verhalten sich die Wege der Kraft und Last umgekehrt wie sich Kraft und Last bei stattfindendem Gleichgewichte verhalten würden.

— Es kommt darauf an die Last auf die Höhe der schiefen Ebene zu heben und der Weg derselben ist daher gleich der Höhe; dann macht aber die Kraft einen Weg gleich der Projection der Länge auf die Richtung der Kraft und es verhalten sich also die Wege in angegebener Weise.

C. Die schiefe Ebene findet vielfache Anwendung im Leben. Es gelten dann die hier entwickelten Gesetze allerdings mit Berücksichtigung der dabei eintretenden Hindernisse, worunter namentlich die Reibung (s. d. Art.) wichtig ist. Die im Verkehr beim Beladen von Lastwagen gebräuchliche Schrotleiter ist eine schiefe Ebene; desgleichen ein Weg, der auf eine Höhe führt. In Frankreich sollen die Chausseen auf längeren Strecken auf 12 Fuss Länge höchstens 1 Fuss Steigung haben, in Oesterreich und Preussen in gleichem Falle auf 18 Fuss Länge höchstens 1 Fuss. Hier und da wird von den Gesetzen der schiefen Ebene bei den Eisenbahnen insofern Gebrauch gemacht, als man auf ihnen beladene Wagen herablaufen lässt, welche unbeladene emporziehen. Solche Bahnen nennt man selbst wirkende schiefe Ebenen. In Berggegenden lässt man das gefällte Holz auf schiefen Ebenen herabrutschen, z. B. in der Schweiz am Pilatusberge. Beim Bau von Gebäuden schafft man häufig das Baumaterial auf schiefen Ebenen in die Höhe; beim Transport von Erde fährt man mit den beladenen Karren eine schiefe Ebene hinab etc. Der Keil (s. d. Art.) beruht zum Theil auf den Gesetzen der schiefen Ebene; von der Schraube (s. d. Art.) gilt dies vollständig. Spielereien, zu denen die schiefe Ebene benutzt wird, sind der berganlaufende Cylinder (s. Art. Cylinder, berganlaufender), der berganlaufende Kegel (s. Art. Kegel, berganlaufender), die Quecksilberuhr (s. d. Art.).

Ebenmassgesetz Hauy's, s. Art. Krystallographie. C.

Ebullioskop nannte Brossard-Vidal, Prof. in Toulon, ein 1833 von ihm angegebenes Instrument, um den Alkoholgehalt der Weine auf leichte und sichere Weise zu bestimmen. Die Schwester des Erfinders hat das Instrument verbessert. Dasselbe besteht aus einem kleinen durch eine Spirituslampe erhitzbaren kupfernen Kessel mit zwei Oeffnungen, von denen die eine ein horizontales Thermometer enthält, die andere der Luft den Zutritt gestattet. Die Thermometerröhre liegt auf einer Messingplatte, an welcher ein Lineal verschoben werden kann, auf dem der Alkohol verzeichnet ist, welcher den Siedepunkten der verschiedenen, direct dargestellten Mischungen von Alkohol und Wasser entspricht. Die Thermometerskala ist ebenfalls auf dem beweglichen Lineal aufgezeichnet. Bei Anwendung des Instruments wird zuerst der Nullpunkt durch Kochen von reinem Wasser bestimmt, dann die Skala eingestellt, und nun für die zu prüfenden Flüssigkeiten das Resultat direct abgelesen.

Echappement heisst die Verbindung des Steigrades einer Uhr mit dem zur Regulirung dienenden Apparate, also mit der Unruhe oder dem Pendel. Die deutsche Bezeichnung ist Hemmung (s. Art. Hemmung).

Echo oder Wiederhall ist eine von der Reflexion der Schallwellen bedingte Erscheinung, bei welcher ein Schall, wenn er schon vollständig gehört worden ist, unmittelbar darauf oder nach einer Pause nochmals oder wiederholt als aus einer anderen Richtung kommend vernommen wird. Werden nämlich Schallwellen von einem Hindernisse reflectirt und ist die Entfernung desselben so unbedeutend, dass der reflectirte Schall mit dem ursprünglichen zusammenfällt, so zeigt sich der Mithall in einer Verstärkung des Schalles. — Ist der Abstand des reflectirenden Hindernisses so gross, dass der reflectirte Schall nur theilweise mit dem ursprünglichen zusammentrifft und diesen stört, so ist ein Nachhall vorhanden. — Ist die Entfernung des Hindernisses aber so bedeutend, dass der reflectirte Schall erst vernommen wird, wenn der ursprüngliche schon vollständig gehört worden ist, so hat man ein Echo. Zur Entstehung eines Echos ist also eine so grosse Entfernung des Hindernisses erforderlich, dass die Schallwelle zum Hingange zu dem Hindernisse und zum Rückgange von demselben zu dem Ohre wenigstens so viel Zeit braucht, als zum Erzeugen der Schallwelle nöthig war. Nun ist man höchstens 9 Silben in einer Secunde auszusprechen im Stande, ohne dass die Silben sich vermischen, z. B. die Zahlen Eins bis Neun; ebenso hört das Ohr höchstens 9 Töne als einzeln in einer Secunde, wie man sich auf musikalischen Instrumenten überzeugen kann; ferner steht erfahrungsmässig fest, dass der Schall im Mittel in 1 Secunde einen Weg von 1050 Fuss zurücklegt. Wenn also ein Schall oder Ton zu seiner Erzeugung $^1/_9$ Secunde Zeit beansprucht, so darf der Schall des Echos nicht früher als nach $^1/_9$ Secunde, vom Anfang der Erzeugung des Schalles oder Tones gerechnet, in das Ohr zurückkommen, d. h. er braucht zum Hin- und Rückgange wenigstens $^1/_9$ Secunde; d. h. der Weg desselben muss wenigstens $^1/_9$ von 1050 Fuss, also $116^2/_3$ betragen, d. h. das reflectirende Hinderniss muss wenigstens $58^1/_3$ Fuss entfernt sein, wenn ein einzelner Schall oder Ton als Echo vernommen werden soll. Ist die Entfernung grösser, so erfolgt das Echo nach einer Pause, die um so grösser ist, je weiter das reflectirende Hinderniss entfernt ist. Wäre diese Entfernung 2mal $58^1/_3$ Fuss oder $116^2/_3$ Fuss, so würde der zurückkehrende Schall soviel Zeit beanspruchen, als zum Aussprechen zweier Töne oder Silben nöthig ist; es würde also ein Echo entstehen können, welches diese beiden Töne oder Silben wiederholt. Solch ein Echo nennt man ein zweisilbiges Echo, das vorherige ein einsilbiges. Ebenso würde zu einem dreisilbigen Echo eine Entfernung des reflectirenden Hindernisses von wenigstens 3mal $58^1/_3$ oder 175 Fuss nöthig sein und zu einem n silbigen eine Entfernung von wenigstens $n \,.\, 58^1/_3$ Fuss. — Es ist möglich, dass der

Schall von einem Hindernisse reflectirt wird und zum Ohre zurückgelangt, dass aber ausserdem noch mehrere in gleicher Weise reflectirende Hindernisse in verschiedenen Entfernungen vorhanden sind. Dann entsteht ein mehrfaches Echo. Ein solches kann wieder einsilbig oder mehrsilbig sein. — Es giebt eine grosse Anzahl von Orten, welche durch ihr Echo berühmt sind, z. B. der Lurleifelsen am Rhein; Adersbach in Böhmen — dreifach siebensilbig — etc. Berge, Thürme und andere Baulichkeiten, z. B. zwei Thürme bei Verdun, selbst die Wolken — woher zum Theil das Rollen des Donners rührt — können Veranlassung zum Echo geben. — Den Ort, von welchem der Schall ausgeht, nennt man das phonische Centrum; den Ort, an welchem das Echo vernommen wird, das phonokamptische Centrum. In der Regel fallen beide Centra zusammen; zu den Orten, an welchen dies nicht der Fall ist, gehört das Echo zu Genetay, welches von Gebäuden gebildet wird und nur an bestimmten Stellen hörbar ist, während die Person, welche den Schall erregt, nur den ursprünglichen Schall vernimmt. — Ertönt das Echo nach einer Pause, so wird die Pause immer kleiner, wenn man sich dem reflectirenden Hindernisse nähert, bis dieselbe ganz verschwindet. Macht man an solchen Stellen Versuche mit einsilbigem Echo, so kann man näherungsweise die Entfernung des reflectirenden Hindernisses bestimmen und dies angeben; doch würde dies auch schon mit Hilfe einer genauen Uhr ausführbar sein.

Ecliptik, s. Art. Sonnenbahn.

Effectmesser, s. Art. Dynamometer.

Efflorescircn, Auswittern, bedeutet das Ausschiessen von Krystallen aus einem der Luft ausgesetzten flüssigen oder festen Körper und zwar vorzugsweise aus einem festen, z. B. von Salpeterkrystallen oder von Salz aus Mauern oder aus dem Boden.

Effusion nennt Th. Graham den Durchgang von Gasmassen durch eine feine Oeffnung in dünner Wand; Transspiration durch Haarröhrchen, und durch die Poren einer dickeren Schicht Diffusion. Letztere ist Bewegung von Gasmolekülen, jene von Gasmassen.

Ei, electrisches, ist ein Apparat, um die Erscheinungen zu zeigen, welche bei dem Durchgange der Electricität durch den luftverdünnten Raum eintreten. Derselbe besteht aus einem elliptoidischen (eiförmigen) Glasgefässe von etwa 1 Fuss Länge und 4 bis 5 Zoll Durchmesser in der Mitte, welches an dem einen Ende mit einer Stopfbüchse versehen ist, in welcher ein zugespitzter oder in eine kleine Kugel ausgehender Draht verschoben werden kann, und an dem anderen Ende auf die Luftpumpe behufs der Verdünnung der in demselben befindlichen Luft aufgeschraubt wird. An der letzteren Fassung ist ein Hahn zum Absperren und im Innern ebenfalls ein zugespitzter oder in eine kleine Kugel ausgehender Draht. Lässt man nach vollzogener Luftverdünnung in den Draht der Stopfbüchse Funken von der Electrisir-

maschine einschlagen, während die Fassung am andern Ende leitend berührt wird, so durchzieht das ganze Ei ein bläuliches, von den Drahtenden ausgehendes Licht. Vergl. Art. Röhren, Geisslersche.

Eigengewicht ist gleichbedeutend mit specifischem Gewichte (s. Art. Gewicht, specifisches).

Eigenschaft eines Körpers erklärt man als dasjenige, was mit Hilfe unserer Sinne als etwas dem Körper Zugehöriges erkannt wird. Da ein physischer Körper oder Körper schlechthin ein mit Materie angefüllter, von allen Seiten begrenzter Raum ist, so muss jeder die Merkmale des Raumes und zwar des begrenzten Raumes und zweitens die der Materie an sich tragen. Folglich sind Ausdehnung (s. d. Art.) und Undurchdringlichkeit (s. d. Art.) wesentliche Eigenschaften eines jeden Körpers und zwar die einzigen. — Die verschiedenen Eigenschaften der Körper unterscheidet man überhaupt in allgemeine, allen Körpern ohne Ausnahme zukommende, und in besondere, nur gewissen Körpern zukommende. Die allgemeinen zerfallen wieder in wesentliche — die beiden vorher genannten —, welche keinem Körper fehlen dürfen, und in zufällige, ohne welche wir uns sehr wohl einen Körper denken können, obgleich wir sie erfahrungsgemäss an allen bis jetzt gefunden haben. Zufällige allgemeine Eigenschaften sind: Theilbarkeit, Porosität, Zusammendrückbarkeit, Ausdehnbarkeit, Bewegbarkeit, Schwere (s. diese Art.). Ausser diesen allgemeinen Eigenschaften spricht man auch noch von besonderen Eigenschaften der Körper und versteht darunter solche Erscheinungsweisen, die sich nur bei gewissen Körpern finden, z. B. Zähigkeit, Durchsichtigkeit, Hämmerbarkeit etc.

Eigenwärme der Erde, s. Art. Erdwärme.

Einblaseheber, s. Art. Heber.

Einfachsehen, s. Art. Doppeltsehen.

Einfallsebene,
Einfallsloth,
Einfallspunkt,
Einfallsstrahl,
Einfallswinkel, } s. Art. Brechung. A. I.

Einklang bezeichnet die Uebereinstimmung zweier Töne in ihrem Schwingungsverhältnisse. Es stehen also zwei Töne im Einklange, wenn 1 zu 1 ihr Schwingungsverhältniss ist.

Einsaugung, s. Art. Absorption.

Einschattig nennt man die Bewohner der gemässigten Zone, weil in der nördlichen der Schatten derselben durch die Sonne stets nordwärts und in der südlichen stets südwärts gerichtet ist. Die Bewohner der heissen Zone haben jährlich zwei Mal die Sonne Mittags gerade über den Köpfen, so dass ihr Schatten in ihre Füsse fällt, und heissen deshalb

dann Unschattige, während im übrigen Theile des Jahres eine Zeit lang ihr Schatten Mittags südwärts, und eine Zeit lang nordwärts fällt, so dass sie deshalb auch Zweischattige genannt werden. In den kalten Zonen giebt es Zeiten, zu welchen die Sonne innerhalb 24 Stunden gar nicht aufgeht; dann sind die dortigen Bewohner Unschattige, während sie im übrigen Theile des Jahres zu den Einschattigen gehören. Ein Bewohner des Poles selbst würde ein Umschattiger genannt werden können, weil zu der Zeit, wo die Sonne für ihn gar nicht untergeht, während eines Tages der Schatten die ganze Windrose durchlaufen würde.

Eis nennt man das durch Temperaturerniedrigung in den festen Aggregatzustand übergegangene Wasser. Es ist farblos und gewöhnlich ganz durchsichtig; bildet es sich, so sagt man das Wasser gefriert, umgekehrt wenn es in Wasser übergeht, es thaut. Die Temperatur, welche das thauende Eis zeigt, nennt man die Eisschmelztemperatur oder den Eispunkt oder den Thaupunkt oder auch den Gefrierpunkt. An dem Thermometer nach Réaumur, ebenso an dem nach Celsius ist diese Temperatur mit Null bezeichnet, bei dem nach Fahrenheit hingegen mit + 32. Soll das Wasser gefrieren, so muss die Temperatur bis unter den Eisschmelzpunkt erniedrigt werden; doch bleibt dasselbe selbst bei einer bedeutenden Abkühlung unter diesen Punkt noch flüssig, wenn es dabei sich in völliger Ruhe befindet. Fahrenheit beobachtete dies zuerst 1721 bei —9° C., Gay-Lussac fand dasselbe bei Wasser, welches mit einer Oelschicht bedeckt war, bei —12° C.; Dalton bei reinem und luftfreien Wasser bei —14¹/₄ C.; Mousson bei —20° C., jedoch unter einem Drucke von einigen tausend Atmosphären. Die geringste Erschütterung bewirkt bei solchen Versuchen die Eisbildung. Steht in diesem Falle ein Thermometer in dem Wasser, so steigt dasselbe im Augenblicke der Eisbildung bis auf den Eisschmelzpunkt. Das Wasser erfordert nämlich zu seinem Bestande einen Gehalt an latenter Wärme (s. Art. Wärme, gebundene) und zwar nimmt 1 Pfd. Eis von 0° C., wenn es sich in Wasser von 0° C. umwandeln soll, soviel Wärme auf, dass man durch dieselbe 1 Pfd. Wasser von 0° C. bis auf 79° C. (genauer 79,035° C.) würde erwärmen können. Die latente Wärme giebt das Wasser im Augenblicke der Eisbildung her, und dadurch wird das Steigen des Thermometers bewirkt. Kann die einmal eingeleitete Eisbildung ohne Störung fortschreiten, so offenbart das Eis, wie in gleichem Falle andere aus dem Flüssigen entstehende feste Körper, eine bestimmte Krystallgestalt und zwar als Rhomboeder oder als doppelt sechsseitige Pyramide. Hiermit hängen die an den gefrornen Fensterscheiben auftretenden Blumen zusammen, bei welchen man vorzugsweise Verzweigungen unter Winkeln von 60° oder 120° beobachtet. In Folge dieser Krystallform erweist sich das Eis als ein Körper mit doppelter Strahlenbrechung. Der

Brechungsexponent der rothen Strahlen ist nach Bravais' Versuchen mit einem Eisprisma 1,307 und der violetten Strahlen 1,317 (vergl. Art. Brechung). Mairan entzündete Schiesspulver, als er die Sonnenstrahlen durch eine Eislinse von 4 Zoll Durchmesser und $3^1/_3$ Zoll Brennweite concentrirte. Für Wärmestrahlen aus leuchtender Quelle ist das Eis diatherman (s. d. Art.), ohne sich selbst zu erwärmen, nicht aber für Wärme aus dunkler Quelle. Die specifische Wärme des Eises ist, wenn man die des Wassers = 1 setzt, nach verschiedenen Beobachtungen zwischen 0,72 und 0,92. — In Bezug zur Electricität verhält es sich, so lange es trocken ist, als Nichtleiter (s. Art. Isolator). — Das specifische Gewicht ist kleiner als das des Wassers und zwar schwanken die Angaben zwischen 0,9268 und 0,95. Daher schwimmt das Eis auf dem Wasser. Dies hängt jedenfalls damit zusammen, dass das Wasser von dem gewöhnlichen Gesetze, dass sich die Körper bei Temperaturabnahme fortwährend zusammenziehen, eine Ausnahme macht und bei 4,108° C. seine grösste Dichtigkeit besitzt (vergl. Art. Ausdehnung der Körper durch die Wärme. S. 54). Aus dieser Eigenthümlichkeit des Wassers erklären sich auch manche Unterschiede im Zufrieren der Gewässer. Ruhige Gewässer, z. B. Seen und Teiche, überziehen sich leicht mit einer Eisdecke und zeigen auf ihrem Grunde eine Temperatur des Wassers von ungefähr 4° C. Ist die Temperatur der Luft über 4° C. und erniedrigt sich dieselbe, so erniedrigt sich auch die Temperatur der Wasseroberfläche, die Theilchen derselben werden schwerer und fallen nieder, so dass die ganze Flüssigkeitsmasse abgekühlt wird. So geht es fort, bis die Luft sich bis auf 4° C. abgekühlt hat; von da ab aber dehnt sich das Wasser der Oberfläche, wenn die Temperatur der Luft noch weiter sinkt, wieder aus, wird leichter und kann nicht mehr niederfallen, sondern bleibt an der Oberfläche. — Anders ist es bei fliessenden Gewässern. Durch den Strom werden die Wassertheilchen stets unter einander gemengt; es entsteht daher eine durch die ganze Wassermasse mehr gleiche Temperatur, auch wenn die Temperatur der Luft unter 4° C. gesunken ist. Bilden sich an der Oberfläche Eisnadeln, so können diese wegen des Strömens des Wassers nicht in feste Verbindung kommen, es wird vielmehr die Eisdecke, welche sich bilden will, sofort wieder zerrissen. Es setzt sich daher Eis nur da an, wo es einen festen Halt gewinnt, also an dem Ufer und an festen Körpern, welche im Wasser sich befinden. Da indessen die Wassermasse sich bis auf den Grund bis unter Null abkühlen kann, so ist damit auch die Möglichkeit der Eisbildung auf dem Grunde des Gewässers gegeben, zumal wenn dort Gegenstände sind, welche durch Ausstrahlung sich überdies abkühlen. Bildet sich nun Eis an den Steinen und sonstigen auf dem Grunde befindlichen Hervorragungen, so will das Eis, da es specifisch leichter als Wasser ist, emporsteigen. Die festen Körper sind dem Emporsteigen hinderlich, da sie sammt dem an

ihnen sitzenden Eise mehr wiegen als das von ihnen verdrängte Wasser; da jedoch das Eis immermehr wächst, so tritt endlich ein Augenblick ein, in welchem Eis und Körper zusammen ebensoviel oder noch weniger wiegen als das verdrängte Wasser, und das Eis steigt dann empor zur Oberfläche. Eine derartige Eisbildung auf dem Grunde fliessender Gewässer ist durch vielfältige Beobachtungen ausser Zweifel gesetzt. Das Eis, welches sich am Grunde bildet, nennt man Grundeis, und dies Grundeis bildet, wenn es an die Oberfläche empor steigt, das sogenannte Treibeis. Man sagt dann „die Flüsse gehen mit Eis", und die Schollen, mit welchen diese dann bedeckt sind, verrathen auch ihren Ursprung als Grundeis durch ihre bröckelige Beschaffenheit und ihren Gehalt an Steinen und dergleichen. Schieben sich diese Treibschollen zusammen, so gefrieren sie aneinander und es entsteht auf diese Weise eine rauhe Eisdecke über dem Gewässer. Eine recht schlagende Thatsache, welche für die Bildung von Grundeis spricht, ist das Emporsteigen der Ketten der fliegenden Brücken bei strenger Kälte. Wird die fliegende Brücke im Winter ausser Fahrt gesetzt, so lässt man die Kette, an welcher sie hängt, in den Fluss fallen; dort auf dem Grunde überzieht sich diese mit Eis und dies hebt nun das Ganze in die Höhe, so dass die Kette wie eine Eisschlange mitten auf dem Flusse sich schlängelt. — In den Polarmeeren bildet das Eis theils weit ausgedehnte Ebenen, Eisfelder, theils Massen von bedeutender Höhe, Eisberge. Das Meerwasser gefriert wegen seines Salzgehaltes schwerer als das süsse Wasser, nämlich bei $-2^1/_2{}^0$ C. Das Meereis enthält indessen kein gefrornes salziges Wasser, sondern das durch Aufthauen desselben gewonnene Wasser ist fast ebenso rein wie süsses Wasser. Da das Eis ungefähr das specifische Gewicht $^9/_{10}$ besitzt, so ragt von den Eisbergen immer nur ungefähr $^1/_{10}$ der Masse über die Oberfläche und $^9/_{10}$ sind eingetaucht. Welche Eismasse muss es daher sein, wenn man Eisberge von 12,000 Fuss Länge, 4000 Fuss Breite findet, an denen noch Spitzen von mehr denn 100 Fuss Höhe emporragen! Scoresby hat einen solchen Berg in der Davisstrasse gesehen. Ist das Polareis in Bewegung, sei es durch den Wind, sei es durch eine Meeresströmung, so nennt man es ebenfalls Treibeis. Eine unübersehbare Menge von Treibeisstücken, welche vereint sich fortbewegen, nennt man Packeis. Torossen nennt man im sibirischen Meere Eismassen, welche durch Uebereinanderschieben von Eisschollen entstanden sind. v. Wrangel hat dergleichen von 80 Fuss Höhe über der ebenen Eisfläche gesehen. Kleinere Torossen an den Rändern offener, fahrbarer Stellen heissen Polinjen. — Die Eisfelder verrathen sich schon aus der Ferne durch den sogenannten Eisblink, d. h. durch einen glänzend weissen Streifen am Horizonte. Es wird dieser Eisblink der terrestrischen Strahlenbrechung (s. Art. Strahlenbrechung) zugeschrieben und zwar durch die verschiedene Temperatur der über dem Eise und den Wasser-

flächen befindlichen Luft bewirkt. — Noch andere Eisbildungen werden in besonderen Artikeln besprochen und verweisen wir namentlich auf Art. Gletscher und Art. Eishöhle. — Künstliche Eisbildung bewirkt man durch die Mittel, durch welche bedeutende Temperaturerniedrigungen hervorgerufen werden, also namentlich durch Verdunstung. Unter der Luftpumpe erzeugt man Eis durch die Verdunstung von Schwefeläther oder von Ammoniak. Gorrie in Florida hat angegeben, dadurch Wasser zum Gefrieren zu bringen, dass man comprimirte Luft aus einer Brause durch Wasser strömen lässt. Die comprimirte Luft entzieht hierbei dem Wasser die Wärme, welche sie in ihrem ausgedehnten Zustande in sich enthalten muss. Zur Bereitung von Eisspeisen wird als Kältemischung 3 Theile gepulvertes Glaubersalz und 2 Theile Salzsäure empfohlen und zwar so, dass die Menge der Mischung doppelt soviel betragen soll als das Wasser, welches man zum Gefrieren bringen will, und die dreifache Menge, wenn das Wasser noch mit Zucker versetzt ist. Vergl. Art. Kältemischung.

Eisberg nennt man eine Eismasse von bedeutender Höhe in den Polarmeeren (s. Art. Eis).

Eisbildung, s. Art. Eis.

Eisblink, s. am Ende des Art. Eis.

Eiscalorimeter ist das Calorimeter von Lavoisier; s. Art. Calorimeter.

Eisen, das wichtigste Metall für den Menschen, findet hier nur seiner physikalischen Eigenschaften wegen eine Stelle. Das ganz reine Eisen ist beinahe silberweiss, stark metallglänzend, sehr zähe und weich, vom specifischen Gewichte 7,8. Man hat es nur in kleineren Quantitäten dargestellt. — Das gewöhnliche Eisen ist das Stabeisen, welches noch bis $^1/_2$ Procent Kohlenstoff enthält nebst geringen Mengen von einigen anderen Stoffen, z. B. Silicium, Mangan u. a. Das Stabeisen ist hellgrau, etwas ins Bläuliche spielend. Der Bruch ist körnig oder faserig. Das spec. Gewicht beträgt 7,8. Der Magnet zieht das Stabeisen an, macht es vorübergehend, d. h. nur so lange es in der Nähe des Magnetpoles ist, magnetisch; ebenso wird es vorübergehend magnetisch, wenn es von einem electrischen Strome umkreist wird (s. Art. Electromagnetismus). Das Leitungsvermögen für electrische Ströme ist nach Riess 17,66, wenn das des Kupfers 100 ist; die specifische Wärme nach Regnault 0,11379; der lineare Ausdehnungscoefficient durch die Wärme 0,001182 für 0 bis 100° C.; die Ausdehnung bei der Elasticitätsgrenze für Eisendraht $^1/_{1250}$ und für Eisen in Stäben $^1/_{1520}$; Schmelzpunkt bei 1500 bis 1600° C. Bei starkem Reiben entwickelt das Eisen einen schwachen Geruch; auf die Zunge gebracht, einen schwach zusammenziehenden Geschmack. Hinlänglich erhitzt wird es bei Tage erst rothglühend, dann weissglühend und vor dem Schmelzen weich, worauf sich seine Schmiedbarkeit und Schweiss-

barkeit gründet. Mit Schwefel, Arsenik und Kupfer versetzt, wird es rothbrüchig, d. h. es zerbröckelt, wenn es rothglühend gehämmert wird; mit Phosphor versetzt wird es kaltbrüchig, d. h. es lässt sich zwar in der Hitze bearbeiten, aber nach dem Abkühlen bricht es bei dem Versuche es zu biegen; mit viel Silicium wird es faulbrüchig, d. h. hart, aber mürbe.

Gusseisen oder Roheisen enthält viel Kohlenstoff, nämlich 3 bis $5^1/_4$ Procent, theils chemisch gebunden, theils mechanisch beigemengt, ausserdem noch fremdartige Stoffe wie das Stabeisen. Dem verhältnissmässig grossen Gehalte an Kohlenstoff verdankt dies Eisen seine Leichtflüssigkeit. Man unterscheidet: 1) dunkelgraues oder weiches Roheisen, 2) graues Roheisen und 3) weisses Roheisen. Das dunkelgraue Roheisen hat ein grobes, rundliches Korn, verdankt seine Farbe der in der Masse fein vertheilten Kohle, die sich in graphitähnlichen Blättchen ausscheidet; lässt sich leicht feilen und nimmt eine schwache Politur an, besitzt aber nur mittlere Festigkeit; ist sehr dickflüssig und sprüht dabei blaue Funken. Bisweilen scheidet sich die Kohle nur an einzelnen Stellen und nicht durch die ganze Masse ab. Dadurch erhält das Roheisen ein etwas weisseres, mehr oder weniger graues, geflecktes Ansehen. Es ist dies das graue Roheisen, welches man wohl auch halbirtes Roheisen nennt, weil es gewissermassen halb aus dunkelgrauem und halb aus weissem Roheisen besteht. Es ist fest, lässt sich jedoch leicht drehen, feilen und bohren. Das weisse Roheisen ist silberweiss mit starkem Glanze und spiegelnden Flächen; treten die letzteren besonders auffallend hervor, so heisst es Spiegeleisen. Die Härte des weissen Roheisens ist so gross, dass man mit demselben in Glas schneiden kann und dass es von der Feile nicht angegriffen wird. Weisses Roheisen schmilzt bei 1050° C., graues bei 1100 bis 1200; die lineare Ausdehnung von 0° bis 100° ist beim Roheisen kleiner als beim Stabeisen, etwa 0,001109; das spec. Gewicht des weissen ist im Mittel 7,5, das des grauen geringer, etwa 7,0; die Ausdehnung bei der Elasticitätsgrenze im Allgemeinen $^1/_{1200}$.

Eine dritte Sorte Eisen ist der Stahl, welcher in Betreff seines Kohlenstoffgehaltes zwischen Stabeisen und Roheisen steht. Stellt man den Stahl aus Roheisen dar, so heisst er Schmelz- oder Rohstahl, aber aus Stabeisen Cementstahl oder Brennstahl. Durch Umschmelzen des Stahles erhält man den in seiner Masse gleichartigeren Gussstahl. Der Stahl ist hellgrau; feinkörnig, so dass die Fläche fast gleichartig aussieht; zur Politur mehr geeignet als Eisen; das specifische Gewicht beträgt 7,7 bis 7,9; am dichtesten ist Gussstahl; er ist härter als Eisen, lässt sich aber nicht so leicht formen als dieses. Durch das Anlassen (s. Art. Anlassen) kann man dem Stahle verschiedene Härtegrade ertheilen. Stahl mit $1^1/_2$ Procent Kohlenstoff zeigt die grösste Härte und Festigkeit. Stahl wird schwerer in der Nähe

eines Magnets magnetisch, aber er behält die Polarität, so dass aus ihm die künstlichen Magnete gemacht werden. Die lineare Ausdehnung durch die Wärme ist für verschiedene Stahlsorten verschieden und beträgt 0,001074 bis 0,001369 für 0 bis 100° C.; die Ausdehnung bei der Elasticitätsgrenze beträgt im Allgemeinen $^1/_{835}$, bei gehärtetem Gussstahle $^1/_{450}$; der Schmelzpunkt liegt zwischen 1300 und 1400° C.

Eisen, galvanisirtes, s. Art. Galvanisirtes Eisen.

Eisenbahn nennt man eine künstliche Strasse aus parallel neben einander liegenden Eisenschienen, auf welchen die Räder der Bahnwagen laufen. Nur in geschichtlicher Beziehung sei bemerkt, dass man schon im 17. Jahrhunderte Holzbahnen angelegt hat, namentlich beim Bergbau, auf denen ein Pferd soviel wie vier Pferde auf gewöhnlichen Strassen leistete, und dass man um 1738 in England die ersten Eisenbahnen aus gusseisernen Schienen angelegt hat, auf denen ein Pferd die Arbeit von zehn Pferden im Vergleich zu gewöhnlichen Strassen verrichtete. Erst durch die Locomotiven haben die Eisenbahnen ihre grosse Verbreitung gefunden.

Eisenvioline heisst ein musikalisches Instrument, welches aus stählernen Stäben besteht, die in den halbkreisförmigen Steg eines Resonanzbodens eingeschlagen sind und mit dem Violinbogen gestrichen werden.

Eisfeld nennt man eine weitausgedehnte Eisfläche in den Polarmeeren (s. Art. Eis).

Eisgrotte, s. Art. Eishöhle.

Eisgruben nennt man die zur Aufbewahrung des Eises für die wärmere Jahreszeit bestimmten Keller. Man legt sie an trockenen Stellen an, füttert die Wände mit doppelten Bretterverschlägen, deren Zwischenraum mit schlechten Wärmeleitern ausgefüllt wird, sorgt auf dem Boden der Grube für Abzug des etwa entstehenden Wassers und bedeckt die Oeffnung mit einem Strohdache. Der Zugang geschieht gewöhnlich durch einen längeren, gekrümmten Gang mit mehreren Thüren, um das Eindringen der Wärme möglichst zu verhindern. Man kann indessen Eis auch über der Erde aufbewahren, wenn man nur den Raum mit schlechten Wärmeleitern gut umschliesst und bedeckt. Statt Eisgrube sagt man wohl auch Eiskeller oder Glacière.

Eishöhle oder Eisgrotte nennt man eine Höhle, in welcher man selbst in der warmen Jahreszeit Eis findet. Eine solche Höhle ist in einer Entfernung von etwa fünf französischen Meilen von Besançon und heisst *la Baume* (die Balm), eine andere liegt auf der waadtländischen Seite des Jura unweit der Stadt Rolle; ebenso findet man eine Eishöhle in den Bergen des Faucigny am Berge Brezon südlich von Bonneville und ebenda an der südöstlichen Seite im Reposoirthale bei Cluse; ferner gehört hierher das Schafloch am Thunersee, die Eishöhle am Brandsteine in der sogenannten Gems in Steiermark etc. Das Eis hat seine Ent-

stehung nicht etwa einer grossen inneren Kälte der Gebirge zu danken, sondern atmosphärischen Einflüssen. Die Höhlen sind in der Regel von beträchtlicher Tiefe und durch die Lage ihres Einganges gegen Luftzug von Aussen, gegen Wärme und feuchte Winde geschützt. Den wesentlichsten Einfluss auf die Eisbildung scheint die durch Verdunstung des herabtröpfelnden Wassers erzeugte Wärmebindung zu haben (s. Art. Wärme, gebundene), wozu noch besondere Luftströmungen im Innern der Höhle kommen, welche durch Spalten im Gebirge veranlasst werden. Haben solche Spalten ausser ihrer Oeffnung in der Höhle noch eine tiefer oder höher liegende, so entsteht in der Spalte ein aufwärtsgehender Luftzug, wenn die Luft in der Spalte wärmer ist als aussen, und im umgekehrten Falle ein abwärts gehender.

Eiskeller, s. Art. Eisgrube.

Eisnebel ist ein bei strenger Kälte auftretender, aus fein vertheiltem Eise, aus Eisstaub, bestehender Nebel. Es kommen solche Nebel ebensowohl in den kalten Höhen der Atmosphäre während des Sommers vor, wie in den untersten Luftschichten während des Winters.

Eispunkt, Gefrierpunkt, Thaupunkt oder am richtigsten Eisschmelzepunkt bezeichnet den Grad an dem Thermometer, welcher die Temperatur des thauenden Schnees oder schmelzenden Eises angiebt, also bei den Thermometern nach Réaumur und Celsius 0° und bei dem Thermometer nach Fahrenheit + 32°.

Eisschmelzungsmethode, s. Art. Wärme, specifische.

Eisstaub, s. Art. Eisnebel.

Ekliptik, s. Art. Sonnenbahn.

Elasticität, Federkraft, Schnellkraft, Springkraft, bezeichnet die Eigenschaft der Körper, ihre frühere Gestalt wieder anzunehmen, wenn diese durch Einwirkung einer äusseren Kraft in irgend einer Weise eine Aenderung erfahren hat und diese Einwirkung aufhört. Es findet hierbei eine Verschiebung der einzelnen Theilchen des Körpers aus ihrer Gleichgewichtslage statt und in diese Lage streben die Theilchen darauf wieder zurück. Streng genommen kann man von Elasticität nur bei festen Körpern sprechen, da die tropfbarflüssigen sich nur in einem Sinne elastisch erweisen, nämlich bei Zusammendrückung, und die luftförmigen in Folge ihrer Expansivkraft immer den ganzen dargebotenen Raum ausfüllen. Die tropfbarflüssigen Körper können daher nur compressibel (s. Art. Compressibilität) und die luftförmigen expansibel (s. Art. Expansibilität) genannt werden. Es kommen also hier nur die festen Körper in Betracht. — Die festen Körper zeigen sich nur innerhalb gewisser Grenzen vollkommen elastisch, und der eine besitzt die Eigenschaft in höherem Grade als der andere, wiewohl dieselbe allen festen Körpern zukommt, also für sie eine allgemeine Eigenschaft (s. Art. Eigenschaft) ist.

Verlängert man einen festen Körper, indem man bestimmte Gewichte an demselben ziehen lässt, so zeigt sich, dass bei Steigerung der Gewichte die Verlängerung zunimmt und nach Abnahme der Gewichte die frühere Länge eintritt. Dies geschieht für jeden Körper bis zu einer bestimmten Grösse des ziehenden Gewichtes; wird diese aber überschritten, so stellt sich nach Abnahme des Gewichtes die ursprüngliche Länge nicht wieder ein. Diese Grenze des ziehenden Gewichtes hat man für die verschiedenen Körper zu ermitteln gesucht und nennt sie die Elasticitätsgrenze. Innerhalb der Elasticitätsgrenze ist die Längenzunahme den Gewichten proportional. Dasselbe ergiebt sich, wenn man den Körper durch aufgelegte Gewichte zusammendrückt, in Betreff der Verkürzung, desgleichen bei der Biegung in den verschiedensten Arten, in welchen der Körper aufgelegt oder befestigt ist, und ebenso bei den Versuchen, den Körper zu drehen. Berechnet man aus solchen Versuchen die ideelle Kraft, welche einen Körper von dem Querschnitte = 1, z. B. von 1 □Zoll, auf das Doppelte seiner ursprünglichen Länge ausdehnen, oder auf die Hälfte derselben zusammendrücken würde, so erhält man den sogenannten Elasticitätsmodulus, den man gewöhnlich mit E bezeichnet. Ist nun durch Versuche ausserdem die Elasticitätsgrenze ermittelt, so lässt sich mit Hilfe des Elasticitätsmodulus berechnen, um wieviel innerhalb der Elasticitätsgrenze ein Körper von bestimmter Länge und bestimmtem Querschnitte sich durch ein bestimmtes Gewicht in seiner Länge verändern wird, umgekehrt wie viel Gewicht erforderlich sein würde, um den Körper um ein Gewisses zu verlängern oder zu verkürzen, oder welchen Querschnitt ein Körper von bestimmter Länge haben muss, wenn er durch ein bestimmtes Gewicht um eine bestimmte Grösse verlängert oder verkürzt werden soll. Es ist nämlich, da innerhalb der Elasticitätsgrenze die Verlängerung dem Gewichte proportional ist, wenn man mit F den Querschnitt, mit l die ursprüngliche Länge, mit λ die Grösse der Längenveränderung und mit P das Gewicht bezeichnet, weil E den Elasticitätsmodulus für eine Einheit des Querschnittes bedeutet:

$$F \,.\, E : P = l : \lambda, \text{ also } \lambda = \frac{P \,.\, l}{F \,.\, E}; \quad P = \frac{\lambda}{l} \,.\, F \,.\, E;$$

$$F = \frac{l}{\lambda} \,.\, \frac{P}{E}\,.$$

Solche Rechnungen kommen häufig vor, da innerhalb der Elasticitätsgrenze ein Körper seine Festigkeit noch behauptet. Das Nähere enthält jedoch der Art. Festigkeit. Folgende Zusammenstellung giebt die Längenveränderung bis zur Elasticitätsgrenze und den Elasticitätsmodulus für Zug und Druck in Millionen von Neupfunden für 1 preuss. □Zoll Querschnitt.

	Längenveränderung bis zur Elasticitätsgrenze.	E
Buchen-, Eichen-, Fichten-, Kiefern- u. Tannenholz	$^1/_{600}$	1,68
Eisendraht	$^1/_{1250}$	24,2
Eisen in Stäben	$^1/_{1520}$	27
Gusseisen	$^1/_{1200}$	15,9
Stahl	$^1/_{835}$	28
Gehärteter Gussstahl	$^1/_{150}$	41
Messing	$^1/_{1320}$	8,9
Messingdraht	$^1/_{742}$	13,5
Glockengut	$^1/_{1590}$	43,9
Blei	$^1/_{477}$	0,65
Bleidraht	$^1/_{1500}$	0,93
Marmor	--	2,4

In Bezug auf die Elasticität bei Biegung bemerken wir hier nur, dass nach Gerstner und Tredgold ein mit beiden Enden aufliegender und in der Mitte belasteter Balken von Holz nur eine Biegung oder eine Bogenhöhe = $^1/_{288}$ der Länge und ein solcher Balken von Guss- oder Schmiedeeisen nur von $^1/_{480}$ der Länge ohne Nachtheil ertragen kann.

Ebenso darf nach Gerstner bei einer Drehung der Torsionswinkel $^1/_{10}$ Grad nicht überschreiten. Näheres über Biegung und Drehung oder Torsion ebenfalls im Art. Festigkeit.

Die festen Körper sind entweder elastisch durch ihre innere Structur, d. h. durch innere Steifigkeit, oder sie werden es erst durch äussere Einwirkung, z. B. durch Spannung oder Zusammendrückung, z. B. ein Trommelfell. Die Elasticität jener Körper haben die Gebrüder Weber in ihrer Wellenlehre die natürliche Spannung, diejenige dieser die vergrösserte genannt. — Unter den Metallen zeigen die weitesten Grenzen vollkommener Elasticität: Stahl, Platin, Kupfer, Messing; die engsten: Gold, Silber, Blei, Zinn. Glas in dünnen Streifen und Röhren zeigt sich, wenn es langsam abgekühlt wurde, sehr elastisch. Unter den thierischen Stoffen sind vorzugsweise elastisch: Elfenbein, Fischbein, Gräten, Knochen, Schildpatt, Perlmutter, Horn, Nägel, Haare, Federn, Felle, Membranen, Darmhäute, Coconfäden etc. Vegetabilische Stoffe sind meistens sehr elastisch, z. B. Kautschuk, Gutta-Percha, Bernstein, trocknes Holz.

Wegen der elastischen Linie vergl. Linie, elastische.

Elasticitätsgrenze bezeichnet die Grenze der Gestaltsveränderung eines Körpers, bis zu welcher hin er vollkommen elastisch bleibt (vergl. Art. Elasticität).

Elasticitätsmesser, s. Art. Elaterometer.

Elasticitätsmodulus ist die in Gewichten ausgedrückte Kraft, welche einen Körper von dem Querschnitte = 1 auf das Doppelte seiner ursprünglichen Länge ausdehnen, oder auf die Hälfte derselben zusammendrücken würde, wenn er bis dahin vollkommen elastisch bliebe (vergl.

Art. Elasticität). Vulkanisirter Kautschuk hält das Ausziehen bis zur doppelten Länge aus und zwar erfordert er bei einem Querschnitte von 1 Quadratzoll ein Gewicht von 144 Pfund.

Elastisch bedeutet Elasticität besitzend (vergl. Art. Elasticität).

Elaterometer, Elasticitätsmesser, bezeichnet einen Apparat zur Messung des Druckes oder der Spannung eingeschlossener luftförmiger Körper, z. B. der Wasserdämpfe. Gewöhnlich nennt man diese Apparate Manometer (s. d. Art.).

Electricität. Nähert man einem kleinen leichten Körper eine mit wollenem oder seidenem Zeuge geriebene Glasstange oder Glasröhre, so wird derselbe erst angezogen, dann abgestossen, z. B. Papierschnitzel, oder Kügelchen von Kork oder Hollunder- oder Sonnenblumenmark. — Streicht man mit dem Knöchel eines umgebogenen Fingers über eine wie vorher geriebene Glasstange, so hört man ein Knistern und sieht dabei im Dunkeln Lichtfunken. — Führt man die geriebene Glasstange nahe an dem Gesichte vorbei, so hat man ein Gefühl, als ob man in Spinnengewebe gerathen sei, auch nimmt man dabei in der Regel einen phosphorartigen Geruch wahr.

Diese Erscheinungen nennt man, da man namentlich das Anziehen und darauf folgende Abstossen zuerst an dem, im Griechischen *electron* genannten, Bernstein wahrgenommen hat, electrische, und von einem Körper, welcher dieselben zeigt, sagt man, dass er sich im electrischen Zustande befinde oder electrisirt sei. Die unbekannte Ursache, welche diese Erscheinungen bedingt, wird die electrische Kraft oder schlechthin Electricität genannt, jedoch bezeichnet man mit dem Worte Electricität auch oft den Inbegriff sämmtlicher electrischen Erscheinungen und bisweilen auch den electrischen Zustand selbst.

Reibung ist nicht die einzige Art, Körper in den electrischen Zustand zu versetzen. Es scheint, als ob keine Veränderung in dem Zustande eines Körpers, sei es eine innere oder eine äussere, ohne electrische Erregung erfolge. Chemische Processe beruhen auf electrischen Beziehungen der Elemente, Temperaturveränderungen, Aggregatsveränderungen, blosse Berührungen etc. haben electrische Erscheinungen zur Folge. Die verschiedenen Arten der Electricitätserregung werden als besondere Abschnitte der Electricitätslehre behandelt und diese Abschnitte führen besondere Namen, als Reibungs- oder Frictionselectricität, wenn die Erregung durch Reibung erfolgte, Berührungs- oder Contactelectricität, wenn Berührung verschiedener Körper die Veranlassung giebt, Thermoelectricität, wenn Temperaturveränderungen zu Grunde liegen, Magnetoelectricität, wenn die Electricität unter dem Einflusse des Magnetismus erfolgte, Inductionselectricität, wenn ein electrischer Strom wieder Electricität erregend gewirkt hatte etc. Die ersten Untersuchungen über electrische Zustände knüpfen sich an die durch Reibung erregte Electricität, und

da alle späteren Ergebnisse sich daran anschliessen, namentlich auch die in der Lehre von der Electricität gebräuchliche Terminologie hier ihren Ausgangspunkt genommen hat, so soll gleich an dieser Stelle, nicht in einem besonderen Art.: Reibungselectricität oder Frictionselectricität, das Wesentlichste von derselben Erledigung finden.

Reibungs- oder Frictionselectricität. Nicht blos Glas wird durch Reiben an seidenem oder wollenem Zeuge in den electrischen Zustand versetzt, sondern jeder andere Körper ebenfalls, nur erfordern einige besondere Vorkehrnngen. Jene nannte man früher vorzugsweise electrische oder idioelectrische Körper, indessen ist diese Bezeichnung jetzt nicht mehr statthaft. Glas, Siegellack, Bernstein, Gutta-Percha, Schwefel etc. erfordern beim Reiben keine besonderen Vorkehrungen, wohl aber die regulinischen Metalle, z. B. Anfassen mittelst eines Glasgriffes. Das mit Amalgam bestrichene Reibzeug der Electrisirmaschinen liefert den thatsächlichen Beweis, dass auch Metalle durch Reibung in den electrischen Zustand versetzt werden können.

Hängt man ein recht rundes Kork- oder Hollundermarkkügelchen mittelst eines seidenen Fadens, ein anderes mittelst eines Zwirnfadens an einem hölzernen Ständer auf, so wird jenes von einem durch Reiben electrisirten Körper erst angezogen und dann abgestossen, dieses fortwährend angezogen. Hierbei zeigt sich das an dem seidenen Faden hängende Kügelchen nach der Berührung mit dem electrisirten Körper selbst electrisirt, nicht aber das am Zwirnfaden hängende. Deshalb unterscheidet man Leiter (gute Leiter, Conductoren) und Nichtleiter (schlechte Leiter, Isolatoren) der Electricität. Es liegt hierbei die Idee zu Grunde, als ob die electrischen Erscheinungen von einer — allerdings sonst unbekannten — Flüssigkeit bedingt wären. Es ist nämlich so, als ob von dem electrisirten Körper in die Korkkugeln ein Irgendetwas übergänge, was durch den Zwirnfaden wieder entweichen konnte, aber nicht durch den Seidenfaden.

Die besten Leiter sind die regulinischen Metalle, Wasser und Kohle. Stellt man die Metalle so zusammen, dass der bessere Leiter immer vor dem minder guten steht, so geben die bekanntesten folgende Reihe: Silber, Kupfer, Gold, Zink, Platin, Eisen, Zinn, Blei, Quecksilber. Die besten Nichtleiter sind: Glas, Siegellack, Gutta-Percha, überhaupt die Harze, ferner Seide, Schwefel. — Glas wird ein Leiter, wenn es bis über 80° C. erwärmt wird. — Das Leitungsvermögen tropfbarer Flüssigkeiten ist im Vergleich zu dem der Metalle sehr gering; indessen kommt es dabei gar sehr auf den Querschnitt an (vergl. Art. Leiter der Electricität). Terpentinöl und Steinöl leiten fast gar nicht. Alle ohne besondere Vorkehrung durch Reiben electrisch werdenden Körper sind Nichtleiter, die anderen hingegen Leiter.

Wenn man einen Leiter nur mit Nichtleitern in Verbindung bringt, so sagt man, dass derselbe isolirt sei. Hiervon wird Gebrauch gemacht bei

der Einrichtung der Electrisirmaschine, bei den Telegraphendrähten, bei dem Isolirschemel, bei der Isolirschaukel, bei dem Auslader und in sonst vielen Fällen. Ein isolirter Leiter in Berührung gebracht mit einem Körper, der sich im electrischen Zustande befindet, wird nun auch electrisirt: aber bei der geringsten Berührung mit einem Leiter, der mit der Erde in Verbindung steht, verliert er die Electricität und zwar auf seiner ganzen Oberfläche. Berührt man hingegen einen electrisirten Nichtleiter mit einem nicht isolirten Leiter, so verliert derselbe die Electricität nur an der berührten Stelle. Hieraus erklärt sich, dass ein Korkkügelchen, welches an einem seidenen Faden hängt, nachdem es von einem electrisirten Körper angezogen und abgestossen worden ist, wieder angezogen wird, wenn dasselbe mit der Hand berührt wird, denn der menschliche Körper ist ein Leiter. Ebenso erklärt sich, warum ein an einem Zwirnfaden hängendes Korkkügelchen auf der electrisirten Glasröhre immer auf andere Stellen hüpft; denn durch den leitenden Zwirnfaden wird nur die Electricität der berührten Stelle abgeführt und das nun wieder unelectrische Kügelchen von einer anderen, noch electrischen Stelle angezogen. Man erhält hierdurch ein leichtes Mittel, zu prüfen, ob ein Körper zu den Leitern oder zu den Nichtleitern gehört. Es ist nur nöthig, nachzusehen, ob ein electrisirtes Korkkügelchen durch Berührung mit dem zu prüfenden Körper, der mit der Erde in leitender Verbindung stehen muss, unelectrisch wird oder nicht. Man könnte den zu untersuchenden Körper zum Aufhängen eines Korkkügelchens benutzen und so feststellen, ob der Körper sich wie Zwirn oder Seide verhält; aber dies würde bei manchen Stoffen nur mit Schwierigkeiten durchzuführen sein. Dass der menschliche Körper ein Leiter ist, ergiebt sich auch daraus, dass man aus einer Person, welche auf einem Isolirschemel steht und electrisirt wird, einen Funken ziehen kann und dann die Person sich als unelectrisch ergiebt. Dass die atmosphärische Luft ein schlechter Leiter ist, versteht sich von selbst, weil wir andernfalls gar keine electrischen Zustände und Erscheinungen wahrnehmen würden. Durch Aufnahme von Feuchtigkeit bekommt die Luft die Fähigkeit zu leiten.

Ein an einem seidenen Faden aufgehängtes Korkkügelchen wird von einer mit Tuch geriebenen Glasstange erst angezogen und dann abgestossen. Eine zweite, ebenso geriebene Glasstange stösst das abgestossene Korkkügelchen sofort ab, aber eine ebenfalls mit Tuch geriebene Schellackstange oder Stange von Gutta-Percha zieht das abgestossene Kügelchen an. Ebenso zieht die geriebene Glasstange ein Kügelchen an, welches die Schellackstange abgestossen hat. Es muss mithin der electrische Zustand des an Tuch geriebenen Glases verschieden sein von dem des an Tuch geriebenen Schellacks. Deshalb unterscheidet man zwei verschiedene electrische Zustände und nennt den einen den g l a s e l e c t r i s c h e n oder den p o s i t i v e n, den andern den h a r z e l e c t r i s c h e n oder den n e g a t i v e n. Jenen bezeichnet man

kurz mit (+ *E*), diesen mit (— *E*). — Beide Zustände sind immer zugleich vorhanden, und zwar der eine im Reiber, der andere im Reibzeuge. In folgender Reihe: Katzenfell, Hasenfell, polirtes Glas, Wolle, Papier, Seide, Kautschuck, Siegellack, Kolophonium, Bernstein, Schwefel, Gutta-Percha erhält jeder Körper + *E*, wenn er mit einem später folgenden, und — *E*, wenn er mit einem vorhergehenden gerieben wird. Doch gilt dies nur im Allgemeinen; denn Glasstäbe werden z. B. bisweilen negativ, wenn sie mit Wolle gerieben werden. Mattes Glas wird, ebenso wie polirtes positiv, wenn sie mit dem Kienmayer'schen Amalgam gerieben werden. Glas wird mit Tuch gerieben negativ, wenn es vorher einigemal durch eine Spiritusflamme gezogen wurde. Siegellack wird positiv, wenn es mit Korkholz oder mit Zunder gerieben wird.

Gleichartig electrisirte Körper stossen — wenn sie isolirt und beweglich sind — einander ab, ungleichartige ziehen einander an. — Dies ist das Gesetz, welches sich aus den vorher angegebenen Versuchen herausstellt.

Die verschiedenen electrischen Zustände brachten Benjamin Franklin, zumal die Leitungsfähigkeit und Nichtleitungsfähigkeit der Körper schon zu der Voraussetzung einer Flüssigkeit geführt hatten, auf die Vermuthung, dass in jedem Körper, wenn er nicht electrisirt ist, je nach seiner Natur eine gewisse Menge einer sonst unbekannten Flüssigkeit vorhanden sei, die beim Reiben zweier Körper zum Theil aus dem einen in den andern übergehe, so dass dann der eine seinen Mangel, der andere seinen Ueberschuss an dieser sogenannten electrischen Materie oder an Electricum durch den negativen oder positiven electrischen Zustand offenbare. Gewöhnlich nimmt man den positiven Zustand als denjenigen an, bei welchem der Körper zuviel von der electrischen Flüssigkeit aufgenommen hat. Hiernach würden sich zwei entgegengesetzt electrische Körper anziehen, weil der eine etwas abgeben, der andere sich etwas verschaffen möchte, um wieder in den unelectrischen Zustand zu gelangen. Zwei positiv electrische Körper würden sich abstossen, weil jeder etwas abgeben möchte, keiner aber etwas aufnehmen will. Zwei negativ electrische Körper würden sich abstossen, weil jeder sich etwas verschaffen möchte, aber keiner dem anderen etwas geben will. — Diese Auffassungsweise hat bei den meisten Naturforschern Anstoss erregt und wohl mit Recht. Robert Symmer stellte daher eine andere Ansicht über das electrische Wesen auf und zwar dass zwei Flüssigkeiten im Spiele seien, von denen er die eine die positive, die andere die negative Flüssigkeit nannte. Nach Symmer sollen die Theilchen jeder Flüssigkeit das Bestreben haben, sich unter einander abzustossen, aber die Theilchen der verschiedenen sich anzuziehen; im unelectrischen Zustande seien die beiden Flüssigkeiten in dem Körper in gleicher Menge und gleichmässig vertheilt; durch das Reiben würden beide Flüssigkeiten getrennt und in dem einen sammele sich mehr von

der einen, in dem andern mehr von der anderen an und überhaupt sei ein Körper positiv electrisch, wenn er mehr $+E$ als $-E$, und negativ electrisch, wenn er mehr $-E$ als $+E$ enthalte. Hiernach würden sich zwei gleichartig electrische Körper abstossen, weil jeder einen Ueberschuss derselben electrischen Materie besitzt und die Theilchen derselben Materie sich abstossen; zwei entgegengesetzt electrische Körper hingegen würden sich anziehen, weil der eine mehr $+E$ als $-E$, der andere mehr $-E$ als $+E$ besitzt, die Theilchen der verschiedenen Flüssigkeiten aber sich anziehen. — Viele Erscheinungen lassen sich nach Symmer's Hypothese ungezwungen erklären; indessen drückt dieselbe doch schwerlich das Wesen der Electricität richtig aus, wie namentlich aus den Erscheinungen der strömenden Electricität (s. Art. Galvanismus) hervorgeht. Die Anhänger der Franklinschen Hypothese nennt man Unitarier, die der Symmer'schen Dualisten.

Der Raum um einen electrisirten Körper, in welchem er electrische Erscheinungen hervorbringt und namentlich das Anziehen und Abstossen äussert, heisst sein electrischer Wirkungskreis oder seine electrische Atmosphäre. Nicht zu verwechseln ist hiermit atmosphärische Electricität, worunter man einen Gehalt der atmosphärischen Luft an Electricität versteht.

Die Entfernung, in welcher von einem electrisirten Körper auf einen andern, ihm genäherten, ein Funke überspringt, wird Schlagweite genannt.

Setzt man einen Körper dadurch in den electrischen Zustand, dass man ihn durch einen schon electrisirten berührt, oder wenigstens so nahe bringt, dass ein Funke überspringt; so sagt man, er sei electrisirt durch Mittheilung. Es wird aber auch schon in einem Körper ein electrischer Zustand hervorgerufen, wenn man ihn nur soweit einem anderen schon electrisirten nähert, dass er in dessen Wirkungskreise sich befindet, ohne in der Schlagweite zu sein. Dann sagt man, der electrisirte Körper wirke durch Vertheilung.

Bei der Vertheilung gilt folgendes Gesetz: Jeder electrisirte Körper erregt durch Vertheilung in seinem Wirkungskreise den dem seinigen entgegengesetzten electrischen Zustand.

Dies Gesetz ergiebt sich ungezwungen aus Symmer's Hypothese und kann leicht thatsächlich begründet werden durch folgende Versuche. Man schneide aus doppelt gelegtem Gold- oder Silberpapiere einen 4 bis 6 Zoll langen, an den Enden abgerundeten, in der Mitte etwa 3 Linien breiten und nach den Enden zu schmaleren Streifen. Die beiden ganz gleichen Streifen lege man mit der Metallfläche gegen einander, und befestige sie in der Mitte mittelst Siegellack auf einem Korkpfropfen, so dass aber zwischen dieselben kein Siegellack kommt. Den Pfropfen

stecke man dann in die Mündung einer kleinen Glas- (Medicin-) Flasche. — Nähert man dem einen Ende der Papierstreifen eine + electrische Glasstange oder — electrische Stange von Gutta-Percha, so gehen die Streifen auf beiden Seiten auseinander, fallen aber wieder zusammen. sobald man den electrisirten Körper entfernt. Dies spricht also dafür, dass durch die Annäherung des electrisirten Körpers ein electrischer Zustand hervorgerufen worden ist, der aber nur vorübergehend besteht, weil er bei der Entfernung des electrisirten Körpers wieder verschwindet. — Streicht man mit dem electrisirten Körper durch die nach einer Seite gerichteten Streifen, so bleiben beide Seiten auseinander stehen, wenn man den electrisirten Körper entfernt. Es hat also hier Mittheilung stattgefunden. Ueberdies kann man sich hierbei noch davon überzeugen, dass ein electrisirter, isolirter Leiter bei Berührung an einer Stelle mit einem nicht isolirten Leiter alle Electricität verliert; denn bei Berührung der Streifen mit einem Finger fallen sie sofort auf beiden Seiten zusammen. — Macht man die Streifen wieder durch Mittheilung electrisch, z. B. durch eine positive Glasstange positiv, und nähert sich hierauf den auseinander stehenden Streifen mit einer negativ electrischen Stange von Gutta-Percha, so gehen die Streifen auf dem zugewendeten Ende noch mehr auseinander, auf dem abgewendeten aber nähern sie sich einander, nehmen bei grösserer Annäherung der Stange von Gutta-Percha die unelectrische Lage an und treten bei noch grösserer Annäherung wieder etwas auseinander. — Nähert man den positiv gemachten Streifen eine positive Glasstange, so treten dieselben Erscheinungen ein, jedoch an den entgegengesetzten Enden. — Macht man die Streifen durch Mittheilung negativ electrisch, z. B. durch eine negativ electrische Stange von Gutta-Percha, und nähert man sich den auseinander stehenden Streifen auf der einen Seite mit einer positiven Glasstange, so treten dieselben Erscheinungen ein, wie bei Annäherung eines negativ electrischen Körpers an die positiven Streifen, und ebenso sind die Erscheinungen dieselben wie bei Annäherung eines positiv electrischen Körpers an die positiven Streifen, wenn man den negativen Streifen einen negativ electrischen Körper nähert.

Es geht aus den zuletzt angegebenen Versuchen hervor, dass das Gesetz der Vertheilung durch die Erfahrung bestätigt wird. Sind die Streifen positiv electrisch und nähert man einen negativ electrischen Körper, so spricht das stärkere Auseinandertreten der Streifen an dem zugewendeten Ende dafür, dass der negative Körper den positiven Zustand daselbst steigert, und ebenso spricht das Zusammengehen der Streifen an dem abgewendeten Ende dafür, dass der positive Zustand daselbst geschwächt, also die Ansammlung negativer Electricität befördert und positive Electricität von dort entfernt wird, so dass beide electrische Flüssigkeiten in gleicher Menge daselbst enthalten sein können, oder endlich wohl gar die negative Electricität das Uebergewicht ge-

winnt, und die Blättchen wieder auseinandergehen. Ebenso ist es in den anderen Fällen. Nach Symmer's Hypothese würde aber die Erscheinung sich haben vorhersagen lassen. Sind nämlich die Streifen positiv und wird ein negativer Körper genähert, so zieht der negative Körper die positive Electricität in den Streifen an und stösst die negative in denselben ab. Da nun die Streifen in ihrer ganzen Ausdehnung positiv sind, d. h. mehr positive als negative Electricität enthalten, so wird am zugewendeten Ende die Menge der positiven Electricität vermehrt und die der negativen vermindert, d. h. der positive Zustand wird daselbst verstärkt; an dem abgewendeten Ende hingegen wird die Menge der positiven Electricität vermindert und die der negativen vermehrt, d. h. der Ueberschuss der positiven Electricität über die negative wird verringert, es kann so weit kommen, dass gar kein Ueberschuss mehr vorhanden ist, also beide Flüssigkeiten in gleicher Menge vorhanden sind, und es kann selbst die Menge der negativen Electricität grösser als die der positiven werden. In derselben Weise lassen sich die übrigen Erscheinungen aus Symmer's Hypothese ableiten.

Jetzt lässt sich auch bei dem Anziehen und dem darauf folgenden Abstossen eines Körpers durch einen electrisirten der innere Vorgang näher übersehen. Dem Anziehen geht eine Vertheilung voraus und zwar wird das dem electrisirten Körper zugewendete Ende entgegengesetzt electrisch, folglich angezogen. Durch die hierauf eintretende Berührung erfolgt Mittheilung, so dass beide Körper gleichartig electrisch werden, und eine Folge des gleichen electrischen Zustandes ist das hierauf stattfindende Abstossen.

Die Erfahrung zeigt ferner, dass, wenn ein electrisirter Körper auf einen andern vertheilend wirkt, sich die entgegengesetzten Electricitäten binden, d. h., dass die electrische Kraft zwar nach aussen wirkt, aber nicht abgeleitet werden kann. — Um sich hiervon zu überzeugen, berühre man das eine Ende des vorher benutzten Streifenapparates mit einem Finger ableitend und nähere dem andern einen electrisirten Körper. Es zeigt sich dann, dass nur das zugewendete Ende auseinander geht.

Es wird hierdurch sogar möglich, auf einen Körper durch Vertheilung so einzuwirken, dass er auch nach Entfernung des vertheilenden Körpers sich noch electrisch erweist. Stellt man nämlich zwei Streifenapparate in eine Linie, so dass die einander zugewendeten Enden sich berühren, bringt einen electrisirten Körper in die Nähe des einen freien Endes und trennt dann die beiden Apparate in demselben Augenblicke, in welchem man den vertheilenden Körper entfernt, so erweist sich der dem vertheilenden Körper zunächst gewesene Apparat diesem entgegengesetzt und der andere gleichartig electrisirt.

In dem Vorstehenden ist ausgeführt, wie man die Erscheinungen der Reibungselectricität und die für dieselbe geltenden Gesetze mit ganz einfachen Apparaten hervorzubringen und zu erweisen im Stande ist. Auffallender gelingt dasselbe mit Hilfe der Electrisirmaschine (s. d. Art.). Die meisten der Experimente, welche man mit dieser Maschine anzustellen pflegt, sind einfache Anwendungen der vorher angegebenen Gesetze, z. B. das electrische Glockenspiel, der Erbsentanz etc. In besonderen Artikeln ist über diese mit besonderen Namen belegten Experimente das Nähere nachzusehen. So verweisen wir auch auf die Artikel: Aaronsstab, Blitzkette, Blitztafel. Hier machen wir noch aufmerksam auf die Wirkung von Spitzen auf die Electricität. Bringt man auf dem Conductor einer Maschine einen leitenden zugespitzten Körper an, z. B. eine Stecknadel, die man mit Wachs aufklebt, oder hält man einen solchen spitzen Körper dem Conductor entgegen, so ist die Electricität in dem Conductor ganz auffallend geschwächt. Steht die Spitze auf dem Conductor, so erblickt man an ihr im Dunkeln einen pinselförmigen Lichtbüschel, wenn der Conductor positiv, aber einen Lichtpunkt, wenn derselbe negativ electrisch ist. Umgekehrt ist es, wenn die Spitze dem Conductor entgegengehalten wird. Hieraus erklärt sich das St. Elmsfeuer (s. d. Art.), desgl. die Beatification (s. d. Art.). Diese Erscheinung und das electrische Rad (s. Art. Rad, electrisches) sprechen für ein Ausströmen der Electricität aus Spitzen und ausserdem für das Vorhandensein zweier verschiedener electrischen Zustände, für die bereits oben der Nachweis geführt ist. Für dasselbe sind ebenso die Lichtenberg'schen Figuren (s. Art. Figuren, Lichtenberg's) ein Beleg. Ob die eine Lichterscheinung durch ein Ausströmen electrischer Flüssigkeit, die andere durch ein Einströmen der entgegengesetzten, und ob die positive Electricität aus- und die negative einströmt, oder umgekehrt, oder ob beide Flüssigkeiten ausströmen, ist noch nicht entschieden. Jedenfalls spielt hierbei die atmosphärische Luft, welche die Spitze umgiebt, eine Rolle, wie man aus der Lichterscheinung im electrischen Eie (s. Art. Ei, electrisches) sieht.

Wegen der Condensation (Verdichtung) der Electricität vergl. Art. Condensator der Electricität und Flasche, electrische. Von dem Electrophor (Electricitätsträger) handelt Art. Electrophor, von den Instrumenten zur Erkennung des electrischen Zustandes eines schwach electrischen Körpers Art. Electroskop, von denen zur Messung der Stärke der Electricität Art. Electrometer, von dem electrischen Geruche Art. Geruch, electrischer, von der Dauer des electrischen Lichtes und Geschwindigkeit der Electricität Art. Lichteindruck, von der atmosphärischen Electricität Art. Gewitter, ebenso von dem Blitze und dem Blitzableiter die betreffenden Artikel.

In geschichtlicher Beziehung ist zu bemerken, dass erst 1600 W. Gilbert die bis dahin allein bekannte Eigenthümlichkeit des Bernsteins auch an dem Glase, dem Schwefel, dem Siegellack und den meisten Edelsteinen nachwies, ohne jedoch einen Unterschied zwischen Electricität und Magnetismus zu machen. Otto v. Guerike beobachtete um 1672 zuerst den electrischen Funken und gab den Anstoss zur Construction der Electrisirmaschinen. Auf das Gefühl wie von Spinnengewebe, wenn man einen electrisirten Körper dem Gesichte nähert, machte 1709 Hawkesbee aufmerksam. Grey erkannte 1728 bis 1731 den Unterschied der Leiter und Nichtleiter. Die beiden entgegengesetzten electrichen Zustände erkannte 1733 du Fay. Am 11. October 1745 machte der Domherr von Kleist zu Camin in Pommern die erste Beobachtung des verstärkten electrischen Schlages. Anderweitige historische Notizen finden sich in den bezüglichen Artikeln.

Electricität, thierische, s. Art. Thierische Electricität.

Electricitätsanzeiger, s. Art. Electroskop.

Electricitätserreger, Electromotoren, nennt man die Körper, welche durch Berührung Electricität erregen (s. Art. Galvanismus).

Electricitätsmesser, s. Art. Electrometer.

Electricitätssammler, s. Art. Condensator der Electricität.

Electricitätsträger, s. Art. Electrophor.

Electricitätsverdoppler, s. Art. Duplicator.

Electricitätszeiger, s. Art. Electroskop.

Electricum nennt man das zur Erklärung der electrischen Erscheinungen angenommene flüssige Wesen.

Electrische Apparate, **Erscheinungen** etc., s. in den Artikeln, welche die nähere Bezeichnung ausdrücken, z. B. Batterie, Drache etc.

Electrisirmaschine ist ein Apparat, um durch Reiben Electricität in grösserer Stärke zu erregen und also auch die electrischen Erscheinungen in stärkerem Grade sichtbar zu machen. Die wesentlichen Theile sind 1) der Reiber, der geriebene Körper, aus welchem vorzugsweise die Electricität gewonnen werden soll; 2) das Reibzeug, der Körper, an welchem der Reiber sich reibt; 3) der Conductor, ein isolirter Leiter zur Ansammlung der Electricität für den Gebrauch.

Otto v. Guerike beobachtete um 1672 zuerst an einer grossen Schwefelkugel, welche er mit der Hand rieb, den electrischen Funken. Es ergab sich bald als vortheilhafter, die Kugel zu drehen und das Reibzeug still zu halten, und damit war der Anstoss zur Construction der Electrisirmaschinen gegeben. Reiber und Reibzeug müssen Körper sein, welche durch Reibung an einander Electricität erregen (s. Art. Electricität). Nimmt man als Reiber einen gewebten Stoff, so nennt man die Maschine eine Zeugmaschine, ist derselbe von Glas, so Glasmaschine. Die letzteren sind wieder nach der Form des dabei ver-

wendeten Glaskörpers Scheiben-, oder Cylinder-, oder Glocken- oder Kugelmaschinen. Neuerdings hat man als Reiber auch Gutta-Percha verwendet, die man also Gutta-Perchamaschinen zu nennen hat. Als Reibzeug für Zeugmaschinen benutzt man Katzenfell und dergleichen, für Glasmaschinen hat sich das Kienmayer'sche Amalgam (s. Art. Amalgam) als besonders wirksam erwiesen. Der Conductor, den Winkler zuerst einführte, besteht aus einem gut isolirten metallenen Körper, an welchem alle scharfen Kanten und Spitzen vermieden sind, der daher meistens eine Kugelform oder Cylinderform mit kugelförmigen Enden besitzt. Die specielle Anordnung der einzelnen Theile ist sehr verschieden. Wir führen nur an, dass es zweckmässig ist, die zur Isolirung verwendeten Glassäulen zu lackiren, dass eine Glaswelle an dem Reiber den Vorzug verdient vor einer solchen von Holz, dass man bei einer zweckmässigen Einrichtung nicht nur an dem Reiber, sondern auch an dem dann isolirten Reibzeuge einen Conductor anbringt, um sowohl mit positiver, als auch mit negativer Electricität experimentiren zu können. Unter den Electrisirmaschinen ist besonders durch ihre Grösse berühmt geworden die, welche zu Ende des vorigen Jahrhunderts van Marum durch Cuthbertson bauen liess. Sie besass zwei Glasscheiben, von denen jede 65 englische Zoll im Durchmesser hielt, auf einer und derselben Welle, und 8 Reibkissen von $15^1/_2$ Zoll Länge waren als Reibzeuge verwendet. Der Conductor bestand aus 5 Theilen, welche zusammen $23^1/_2$ Quadratfuss Fläche darboten etc. — Vergl. auch Art. Aufsauger.

Ueber die zum Experimentiren mit der Electrisirmaschine nöthigen Hilfsapparate, z. B. Auslader etc. s. die besonderen Artikel; ebenso verweisen wir wegen der Dampfelectrisirmaschine auf Art. Hydroelectrisirmaschine. Die Wirkungsweise der gewöhnlichen Electrisirmaschine ergiebt sich aus Art. Electricität.

Electrochemische Theorie, s. Art. Contacttheorie.

Electroden nennt man die Pole einer Volta'schen Säule oder die Enden der Schliessungsdrähte derselben und unterscheidet eine positive Electrode oder Anode und eine negative Electrode oder Kathode. Diese Bezeichnung ist von Faraday eingeführt. Electrode bedeutet Electricitätsweg.

Electrodynamik ist der Abschnitt der Electricitätslehre, welcher von der Einwirkung electrischer Ströme auf einander und von der Einwirkung electrischer Ströme auf Magnete und umgekehrt handelt. Bahnbrechend ist hier die Entdeckung des Dänen Hans Christian Oersted im Winter 1819 zu 1820 gewesen, dass nämlich durch einen electrischen Strom die Stellung der Magnetnadel eine Aenderung erleidet. Der Franzose Ampère erweiterte 1820 das Gebiet durch den Nachweis der Einwirkung von Strömen auf einander und zeigte, dass Oersted's Entdeckung nur eine Folge dieser Einwirkung sei.

A. Wirkung electrischer Ströme auf einander.

Ampère bediente sich bei seinen Untersuchungen eines besonderen Gestelles, welches unter dem Namen Ampère'sches Gestell bekannt ist. Dasselbe besteht aus einem Brette mit zwei von einander isolirten starken Drähten, welche oben unter rechten Winkeln umgebogen sind und in einer Ebene so vor einander stehen, dass der eine rechte Winkel in dem anderen verläuft und die in kleine Näpfchen ausgehenden horizontalen Enden unter einander liegen. In die Näpfchen wird Quecksilber gefüllt und in das obere das umgebogene Ende eines Drahtes eingehängt, der so gebogen ist, dass dann das andere ebenfalls umgebogene Ende in das Quecksilber des unteren Näpfchens eintaucht. Am Grunde der Träger stehen neben diesen Klemmschrauben zur Aufnahme der Schliessungsdrähte einer Volta'schen Säule, und von denselben Klemmschrauben kann eine Leitung nach jedem der Träger hergestellt werden; ausserdem befinden sich an dem entgegengesetzten Ende des Brettes noch zwei Klemmschrauben zur Aufnahme der Enden beliebig gebogener Drähte, und zwar steht die eine dieser Klemmschrauben in leitender Verbindung mit der einen der vorigen Klemmschrauben und die andere mit dem Fussende des kleineren oder inneren Trägers. Man kann auf diese Weise, wenn man nur einen Draht in die Träger einhängt und jede der beiden ersten Klemmschrauben mit einem der Träger in leitende Verbindung setzt, einen electrischen Strom durch den eingehängten Draht gehen lassen; man kann aber auch, wenn man nur den grösseren Träger mit der neben ihm stehenden freien Klemmschraube leitend verbindet, den andern aber nicht mit der anderen, und nicht blos einen Draht in die Träger einhängt, sondern noch einen zweiten in die anderen Klemmschrauben bringt, den Strom durch beide Drähte zugleich laufen lassen.

Setzte Ampère in das Gestell zwei Drähte, die so gebogen waren, dass eine Strecke des festen parallel lief mit einer Strecke des beweglichen, so zeigte sich, dass der bewegliche Draht, wenn in beiden Strecken der Strom dieselbe Richtung hatte, von dem festen angezogen, hingegen abgestossen wurde, wenn die Richtung des Stromes in beiden entgegengesetzt war. Waren die Drahtstrecken, welche einander so nahe waren, dass sie auf einander einwirken konnten, nicht mehr parallel, sondern kreuzten sie sich unter einander, so ergab sich, dass sich die beiden Ströme anziehen, wenn sie beide der Winkelspitze zulaufen oder sich gleichzeitig von derselben entfernen, dass sie sich hingegen abstossen, wenn der eine nach der Winkelspitze hin-, der andere aber von ihr fortläuft. Aus dem Gesetze für sich kreuzende Ströme schloss Ampère, dass ein in einen Winkel gebogener Draht den Winkel zu vergrössern strebt, wenn er von einem Strome durchflossen wird, da dann der Strom in dem einen Schenkel nach dem Scheitelpunkte hin und in dem andern von ihm fortfliesst, und dass in jedem geradlinigen Strome jedes Strom-

element (Stromtheilchen) das darauf folgende abstösst und von ihm ebenso abgestossen wird. Für das Letztere spricht folgender Versuch: Legt man einen Kupferdraht auf eine Quecksilberfläche und leitet durch ihn einen in das Quecksilber tretenden Strom weiter, so wird beim Eintritte des Stromes der Draht etwas fortgestossen.

Setzt man als feststehenden Leiter in das Gestell einen mit dem beweglichen parallel laufenden geraden Draht, führt denselben aber in schlangenförmigen Krümmungen zurück, ohne dass dabei der gerade und gebogene Theil sich berühren, so äussert der Draht auf den beweglichen gar keine Wirkung, und folglich wirkt die Summe aller krummlinigen Stromelemente ebenso stark, wie die Summe aller in derselben Strecke liegenden geradlinigen Stromelemente.

Läuft ein begrenzter, beweglicher Strom auf einen unbegrenzten und festen Strom unter rechtem Winkel zu, so bewegt sich der bewegliche mit dem festen parallel, aber dessen Richtung entgegen; läuft der bewegliche in gleicher Weise von dem festen weg, so bewegt er sich hingegen in derselben Richtung, wie der feste. Dies folgt unmittelbar aus dem Ampère'schen Gesetze für sich kreuzende Ströme. Als nothwendige Folge hieraus ergiebt sich nun, dass in diesem Falle der bewegliche Strom, wenn er um eine mit seiner Richtung parallele Axe drehbar ist, so lange gedreht wird, bis die durch ihn und seine Axe gelegte Ebene mit dem festen Strome parallel geworden ist, und zwar bleibt der Draht, wenn in ihm der Strom auf den festen Strom zufliesst, auf der Seite stehen, von welcher der Strom kommt, und auf der entgegengesetzten Seite, wenn er von dem festen Strome wegfliesst. Würden gleichzeitig zwei bewegliche Ströme dieselbe Axe, wie vorher angegeben ist, haben und mit der Axe beide in derselben Ebene liegen, so würde der feste Strom auf dieselben keine richtende Kraft ausüben, sobald beide bewegliche Ströme gleiche Richtung in Bezug auf den festen haben, wohl aber, wenn die beiden beweglichen Ströme entgegengesetzt fliessen. — Ist der bewegliche Strom rechteckig und über dem festen geraden so aufgehängt, dass die Ebene des Rechtecks verlängert durch den geraden festen Strom geht, so wird eine Drehung des beweglichen Stromes eintreten, sobald die untere Seite des Rechtecks den festen Strom kreuzt; denn in den beiden verticalen Seiten des Rechtecks läuft der Strom entgegengesetzt und in der horizontalen gilt das Gesetz sich kreuzender Ströme. Der bewegliche Strom wird zur Ruhe kommen in einer Stellung, bei welcher in der unteren Rechtecksseite der Strom mit dem festen parallel in derselben Richtung läuft. — Ganz dasselbe gilt aus gleichen Gründen für einen über dem geraden festen Strome hängenden kreisförmigen Draht, durch welchen ein Strom geht. — Ebenso ergiebt sich, dass ein endlicher horizontaler Strom, der eine horizontale Drehung machen kann, von einem daneben befindlichen geradlinigen ebenfalls horizontalen unbegrenzten Strome in Rotation ver-

setzt werden muss und zwar in entgegengesetzten Richtungen, je nachdem der bewegliche Strom auf den festen zu-, oder von ihm wegläuft. Ist das Erstere der Fall, so rotirt der Strom in entgegengesetzter Richtung des festen Stromes, im zweiten in derselben Richtung. Am besten gelingt der Versuch, wenn man dem festen Strome die Form eines fast geschlossenen Kreises giebt. Auch leuchtet ein, dass ein gleicher Erfolg eintreten wird, wenn der bewegliche Strom mit dem festen Kreisstrome nicht in der Horizontalen liegt, sondern vertical auf diesen gerichtet ist.

Ein System von parallelen Kreisströmen, deren Mittelpunkte alle auf einer Axe liegen, erhält man, wenn man den leitenden Draht schraubenförmig in möglichst nahe an einander liegenden Windungen, ohne dass diese jedoch sich berühren, biegt. Führt man das eine Ende in der Axe der Windungen zurück, oder thut man dies mit beiden Enden, die man dann in der Mitte der Schraube seitlich heraustreten lässt, so erhält man in diesem Systeme einen sogenannten electrodynamischen Cylinder oder ein Solenoid (d. h. ein röhrenartig gestalteter Körper). Hängt man ein Solenoid mit den beiden Enden in das Gestell und lässt durch dasselbe und gleichzeitig durch einen geraden festen unter demselben aufgestellten Draht einen Strom, so stellt sich das Solenoid mit seiner Längsaxe senkrecht auf die Richtung des geraden Drahtes in der Weise, dass der Strom in dem Drahte und in der unteren Seite der Solenoidwindungen gleichgerichtet ist. Dasselbe zeigt sich auch, wenn der feste Draht über dem Solenoide läuft, nur ist dann der Strom in der oberen Seite der Solenoidwindungen mit dem in dem festen Drahte gleichgerichtet. Giebt man dem festen Drahte eine verticale Richtung, so tritt eine Anziehung oder Abstossung des Solenoides ein, je nachdem der Strom im Drahte gleich oder entgegengesetzt gerichtet ist mit dem Strome in den ihm zugewendeten Solenoidwindungen. Es steht dies mit dem Vorhergehenden in vollem Einklange; denn statt eines kreisförmigen Drahtes hat man hier deren eine grössere Zahl. — Lässt man durch ein in dem Gestelle hängendes Solenoid einen Strom fliessen und nähert demselben mit der Hand ein anderes Solenoid, durch welches ebenfalls ein Strom geht, so findet Anziehung oder Abstossung statt, je nachdem die Ströme in den einander genäherten Windungen gleichgerichtet sind oder nicht, weil sich dieselben parallel nach derselben Richtung stellen wollen.

Auch ohne dass man einen zweiten, absichtlich hervorgerufenen Strom auf einen in dem Gestelle hängenden stromdurchflossenen Draht einwirken lässt, nimmt dieser Draht eine bestimmte Stellung mit seiner Ebene an, wobei es gleichgültig ist, ob der Draht kreisförmig oder rechteckig mit verticalen und horizontalen Seiten gebogen ist. Die Stellung eines solchen Drahtes ist, wenn er zur Ruhe gekommen ist, stets so, dass auf der unteren Seite des kreisförmigen und ebenso in der

unteren horizontalen Seite des rechteckigen Drahtes der Strom senkrecht auf dem magnetischen Meridiane (s. Art. Magnetismus der Erde. I.) steht und von Osten nach Westen läuft. Hieraus muss man schliessen, dass die Erde selbst ein von electrischen Strömen umkreister Körper ist und dass diese Ströme in der Richtung von Osten nach Westen senkrecht auf den magnetischen Meridian ihren Lauf nehmen. Näheres im Artikel Magnetismus der Erde. Hängt man daher ein Solenoid in das Gestell und lässt es von einem Strome durchströmen, so stellt sich dies mit seiner Axe in die Richtung des magnetischen Meridians und zwar so, dass auf der unteren Seite der Windungen der Strom die Richtung von Osten nach Westen erhält. Wir werden sogar in dem folgenden Abschnitte B. sehen, warum ein solches Solenoid sogar an seinem nördlichen Ende von dem Nordpole eines Magnets abgestossen und von dem Südpole angezogen wird und umgekehrt an seinem südlichen Ende, so dass das Solenoid sich wie eine Magnetnadel verhält.

Wegen der Wirkung des Erdstromes auf die stromdurchflossenen Drähte muss man bei den Experimenten auf diesen Rücksicht nehmen, indem sonst leicht Erscheinungen eintreten, welche diesem zugeschrieben werden müssen. Deshalb hat man die Versuche über die Wirkung der Ströme auf einander mit beweglichen Drähten anzustellen, welche ein doppeltes rechteckiges System oder ein doppeltes Kreissystem vorstellen, in denen beide Systeme dem electrischen Strome entgegengesetzte Richtungen in den Theilen geben, die nicht zur Wirkung kommen sollen. Solche Systeme nennt man astatische Stromsysteme, weil sie eben der Richtung des Erdstromes nicht unterworfen sind, wie dies bei der astatischen Magnetnadel (s. Art. Astatische Nadel) ebenfalls der Fall ist.

Die Wechselwirkung zweier Stromelemente steht im zusammengesetzten Verhältnisse ihrer Intensitäten und im umgekehrten des Quadrates der Entfernungen (s. Art. Electrodynamometer).

B. Wirkung der electrischen Ströme auf Magnete und umgekehrt oder Electromagnetismus.

Im Winter von 1819 zu 1820 entdeckte Hans Christian Oersted, Prof. in Kopenhagen, dass ein electrischer Strom auf die Stellung einer Magnetnadel einen Einfluss ausübt, wenn er in der Nähe der Nadel vorbei geführt wird. Der Versuch ist leicht anzustellen, indem man einen längeren mit Seide übersponnenen Draht als Schliessungsdraht benutzt und denselben über, unter oder seitwärts einer Magnetnadel in der Richtung von Norden nach Süden oder von Süden nach Norden vorbei führt. Ein einziges, selbst kleines electrisches Element reicht hierbei aus. Geht der Strom über oder unter der Nadel weg, so bewegt sich der Nordpol der Nadel ostwärts oder westwärts; geht derselbe seitwärts vorbei, so hebt oder senkt sich der Nordpol. Ampère hat für alle hierbei auftretenden Fälle in der Stellung der Magnetnadel eine einfache Regel angegeben, welche folgendermassen lautet: Man

denke sich in dem stromdurchflossenen Drahte schwimmend, so dass der Strom von den Füssen nach dem Kopfe läuft und man das Gesicht der Magnetnadel zuwendet, so wird das Nordende der Magnetnadel stets nach dem linken Arme hin abgelenkt.

Lässt man den Strom in einer Richtung in der Nähe der Nadel laufen und dann auf der gegenüberstehenden Seite in entgegengesetzter Richtung, z. B. von Süden nach Norden über der Nadel weg und dann durch Umbiegen des Schliessungsdrahtes von Norden nach Süden unter der Nadel zurück, so ist die Ablenkung verstärkt, weil in beiden Richtungen des Stromes das Nordende der Nadel in demselben Sinne abgelenkt wird. Hierauf gründete Prof. Schweigger in Halle den nach ihm benannten Multiplicator. Mit Seide übersponnener Draht wird über einen kleinen Holzrahmen, in welchem eine Magnetnadel ihren Drehpunkt hat, wiederholt weggewunden, so dass der Strom 50mal und öfter über und unter der Nadel weggeht. Schaltet man diesen Schweigger'schen Multiplicator in den Schliessungsdraht ein, so bewirkt schon ein äusserst schwaches Element eine Ablenkung und aus der Ablenkung kann man wieder auf die Richtung des Stromes schliessen. Man erhält somit in dem Multiplicator ein Mittel für die Prüfung, ob irgend wo ein electrischer Strom erregt worden ist, und welcher der erregenden Körper dabei positiv und welcher negativ electrisch sich verhält. Einen Multiplicator mit der Magnetnadel nennt man ein Galvanometer (Strommesser für electrische Ströme) oder besser, wenn es nicht auf Messung der Stromstärke ankommt, sondern nur auf den Nachweis, ob ein electrischer Strom vorhanden ist oder nicht, ein Galvanoskop. Das Galvanometer ist von Nobili noch empfindlicher gemacht worden durch Anwendung einer astatischen Nadel (s. d. Art.) statt einer gewöhnlichen Magnetnadel, und überdies mit einer Kreiseintheilung zur Messung der Ablenkung versehen (s. Art. Galvanometer).

Von der Ablenkung der Magnetnadel durch den electrischen Strom hat man noch andere wichtige Anwendungen gemacht. Das eben angegebene Galvanometer wird bei schwachen Strömen benutzt: zur Messung starker Ströme dienen die Tangentenboussole und die Sinusboussole, die beide von Pouillet zuerst angegeben worden sind (vergl. die besonderen Artikel). Beide gründen sich darauf, dass der electrische Strom das Bestreben äussert die Magnetnadel in eine Stellung zu bringen, welche zu ihm senkrecht ist, und dies beruht wieder darauf, wie wir sogleich sehen werden, dass ein Magnet wie ein Solenoid sich verhält. Andere Anwendungen hat man in der Telegraphie gemacht, worüber das Nähere im Art. Telegraph.

Da electrische Ströme auf einander einwirken, auch die Erde eine richtende Kraft auf bewegliche Ströme ausübt, ferner der electrische

Strom auf die Magnetnadel ablenkend einwirkt und die Magnetnadel durch eine in der Erde enthaltene Kraft gerichtet wird, so folgt hieraus eine innige Beziehung zwischen Magnetismus und Electricität, und es war mit Sicherheit auch eine Einwirkung eines festen Magnets auf einen beweglichen electrischen Strom zu erwarten; überhaupt lag der Gedanke nahe, dass ein Magnet sich wie ein Solenoid verhalte. Dies hat sich bestätigt. — Hängt man in das Ampère'sche Gestell einen beweglichen rechteckigen astatischen Draht und lässt ihn von einem Strome durchfliessen, so stellt sich dieser senkrecht auf die Axe eines Magnets, den man unter den Draht hält und zwar so, dass der Strom im Drahte gleichgerichtet läuft dem Strome auf der dem Drahte zugewendeten Seite des Magnets, wenn man sich um diesen einen electrischen Strom von dem Südpole nach dem Nordpole in rechtsgewundener Schraube, wie bei einem rechtsgewundenen Solenoide, laufend denkt. — Hieraus folgt, dass man ebenso einen beweglichen Strom um einen feststehenden Magnet zur Rotation bringen kann, wie einen beweglichen Strom um einen festen, desgleichen einen beweglichen Magnet um einen feststehenden Strom u. s. w. in allen Combinationen, die sich durch Einwirkung electrischer Ströme auf einander ergeben, da man statt des Magnets stets ein Solenoid substituiren kann. Zu bemerken ist hier nur noch, dass auch der Volta'sche Lichtbogen (s. Art. Lichtbogen, Volta'scher) zwischen Kohlenspitzen sich wie ein Leiter verhält, der durch genäherte Ströme und Magnete eine Einwirkung erfährt, sogar durch den Magnetismus der Erde gerichtet wird. Wenn man die eine Kohlenspitze durch einen Magnetstab ersetzt, so rotirt der Lichtbogen um diesen wie ein Stromleiter.

Verhält sich der Magnet wie ein Solenoid, übt überhaupt der electrische Strom eine richtende Kraft auf den Magnet aus, so dass man sich ebenso einen electrischen Strom von einem magnetischen Strome umkreist denken kann, wie einen Magnet von einem electrischen, so liegt es nahe ein unmagnetisches Eisen oder einen unmagnetischen Stahlstab dadurch zum Magnete zu machen, dass man ihn von einem electrischen Strome umkreisen lässt. Dies hat die Erfahrung bestätigt und zwar war Ampère der Erste, welcher diese Idee zur Ausführung brachte. — Steckt man in einen Draht, der schraubenförmig gewunden ist, einen unmagnetischen Eisenstab, so zeigt sich dieser sofort polarisch magnetisch, wenn man durch den Draht einen Strom leitet. Ist der Draht rechtsgewunden, so hat der Eisenstab da einen Nordpol, wo der Strom austritt, umgekehrt da wo der Strom eintritt, wenn der Draht links gewunden ist. Es stimmt dies mit der Wirkung der electrischen Ströme auf einander überein, dass nämlich die benachbarten Ströme parallel nach derselben Richtung zu laufen das Bestreben haben. Wird statt des Eisenstabes ein Stahlstab verwendet, so ist der Erfolg derselbe, nur zeigt sich insofern ein Unterschied, dass der Stahlstab auch nach

Unterbrechung des Stromes magnetisch bleibt, der Eisenstab aber sofort seine Polarität verliert und unmagnetisch wird. Es ist dies Letztere beim Eisen umsomehr der Fall, je weicher dasselbe ist, indem andernfalls sich noch ein Rest von magnetischer Polarität nach Unterbrechung des Stromes zeigt. Magnete aus weichem Eisen, welches von einem electrischen Strome umflossen wird, nennt man temporäre Magnete oder gewöhnlicher Electromagnete. Diese Electromagnete finden vielfache Verwendung, z. B. in der Telegraphie (s. Art. Telegraph); auch hat man auf dieselben die Hoffnung gegründet, den Magnetismus als Betriebskraft für Maschinen verwerthen zu können. Wegen des Weiteren verweisen wir auf Art. Electromagnet.

Electrodynamometer heisst ein von W. Weber construirtes Instrument zur Messung electrodynamischer Kräfte. Wegen der genaueren Kenntnissnahme dieses Instrumentes verweisen wir auf Poggend. Annal. Bd. 73. S. 193 und bemerken hier nur, dass dasselbe im Wesentlichen aus zwei Drahtrollen besteht, von denen die eine feststeht, die andere aber an zwei Fäden (also bifilar und deshalb Bifilarrolle genannt) beweglich aufgehängt ist. Die bewegliche Rolle, welche im Durchmesser 100 Millimeter hält, hat 3000 Windungen mit Seide übersponnenen Kupferdrahtes von $^1/_3$ Millimeter Dicke in ihrer Peripherie, die feststehende von 88 Millimeter Durchmesser deren 10000 von ebensolchem Drahte. Lässt man electrische Ströme durch die Windungen laufen, so wirken diese auf einander ein und die Ablenkung der Bifilarrolle wird durch ein Fernrohr in einem Spiegel beobachtet. — Weber fand durch seine Beobachtungen namentlich das von Ampère aufgestellte Gesetz bestätigt, dass die Wechselwirkung zweier Stromelemente im zusammengesetzten Verhältnisse ihrer Intensitäten und im umgekehrten des Quadrates der Entfernungen steht.

Electroendosmose, s. Art. Exosmose.

Electrographie hat man stellenweis zur Bezeichnung der electrischen Telegraphie gebraucht.

Electrolyse nennt man die Zerlegung einer chemischen Verbindung durch den electrischen Strom (vergl. Art. Voltameter.)

Electrolyt nennt man denjenigen Körper, welcher bei der Electrolyse durch den electrischen Strom zerlegt wird. Ist z. B. Wasser das Electrolyt, so sind Sauerstoff und Wasserstoff die Ionen und zwar Sauerstoff das Anion und Wasserstoff das Kation.

Electrolytische Bilder, s. Art. Figuren, electrische.

Electromagnet oder temporärer Magnet heisst ein weiches Eisen, welches dadurch polarisch magnetisch gemacht wird, dass ein electrischer Strom in einer Schraubenlinie dasselbe umkreist. Ist der electrische Strom rechts gewunden, so erhält das Eisen an der Eintrittsstelle des Stromes den Südpol, an der Austrittsstelle den Nordpol. Die Polarität hält nur so lange an, als der electrische Strom geschlossen ist,

und verschwindet beim Oeffnen des Stromes um so vollständiger, je weicher das Eisen ist (vergl. Art. Electrodynamik B. am Ende). Nach Jacobi und Lenz ist die Dicke des Drahtes bei gleich starken Strömen und gleicher Anordnung ohne Einfluss; die Weite der Windungen hat keinen Einfluss auf die Stärke des Magnetismus, wenn das Eisen aus der Spirale weit genug hervorragt; die Totalwirkung sämmtlicher Windungen ist der Summe der Wirkungen der einzelnen Windungen gleich; der Magnetismus ist unter sonst gleichen Umständen bei Eisenstäben von gleicher Länge ihrem Durchmesser proportional; bei dicken Stäben und schwächeren Strömen ist die Grösse des erregten Magnetismus der Stärke des den Draht durchfliessenden Stromes proportional, doch kann die magnetische Kraft nur bis zu einem gewissen Maximum gesteigert werden.

Die Electromagnete zum Betriebe von Maschinen zu benutzen, hat man mehrfach versucht. Die Möglichkeit zeigt man gewöhnlich an einem kleinen Apparate, welcher von Ritchie herstammt. Zwischen den Schenkeln eines hufeisenförmigen Stahlmagnets, der in einem Fussgestelle so befestigt ist, dass die Pole aufwärts gerichtet sind, befindet sich ein stabförmiger Electromagnet, der um eine in seiner Mitte angebrachte verticale Axe horizontal drehbar ist, so dass er sich in einer durch die Pole des Stahlmagnets gehenden Ebene bewegt und dabei mit seinen Enden dicht an den Polen desselben vorbeigeht. Die Drahtenden des Electromagnets tauchen in einen Gyrotrop (s. d. Art.). Liegt der Electromagnet gerade in der Richtung der Pole des Stahlmagnets, so ist der Strom, welcher sonst durch den Draht des Electromagnets geht, unterbrochen, bei anderen Lagen aber geschlossen. Gesetzt der Apparat stände so, dass die Pole des Stahlmagnets in der Richtung von Süden nach Norden lägen, so ist z. B. stets der auf der Westseite liegende Pol des Electromagnets ein Nordpol, oder bei entgegengesetzt gerichtetem Strome stets ein Südpol. Ist das Eine oder das Andere der Fall, so wirken die gleichnamigen Pole des Electromagnets und Stahlmagnets abstossend, die ungleichnamigen anziehend auf einander und der Electromagnet kommt in rotirende Bewegung, bis er in die Richtung der beiden Pole des Stahlmagnets kommt. Hier tritt eine Unterbrechung des Stromes durch den Gyrotrop ein, der Electromagnet wird unmagnetisch, geht aber in Folge des Beharrungsvermögens noch etwas vorwärts, gelangt deshalb wieder in eine Lage, bei welcher der Strom geschlossen ist, und die Rotation setzt sich nun in demselben Sinne fort, weil jetzt wieder der Nordpol und Südpol des Electromagnets dieselbe Lage wie vorher haben. Durch entgegengesetzte Richtung des Stromes wird die Rotation auch in dem entgegengesetzten Sinne erfolgen. — Die Electromagnete im Grossen als bewegende Kraft zu benutzen und sie statt der Dampfmaschine zu verwerthen, ist namentlich von Jacobi in Petersburg, Wagner in Frankfurt a. M., Stöhrer früher

in Leipzig und darauf in Dresden, von den Amerikanern Page, Callan, Davenport, von dem Engländer Davidson mit Eifer verfolgt worden. Die Resultate sind nicht ganz unbefriedigend ausgefallen, indem z. B. Jacobi eine Kraft von ungefähr 1 Pferdekraft erzielte, mit welcher er ein Boot auf der Newa trieb; indessen haben sich alle derartige Maschinen bisher im Vergleich mit den Dampfmaschinen als zu kostspielig erwiesen. Der Verbrauch an Zink und Säure übersteigt die Kosten des Brennmaterials einer Dampfmaschine von gleicher Kraft, und es kommt daher hauptsächlich darauf an, billigere electrische Batterien herzustellen.

Wegen der Benutzung der Electromagnete in der Telegraphie s. Art. Telegraph.

Electromagnetismus nennt man den Abschnitt der Electrodynamik, welcher von der Wirkung der electrischen Ströme auf Magnete und umgekehrt handelt (vergl. Art. Electrodynamik. B.).

Electrometer, das, oder der Electricitätsmesser, ist dem Wortsinne nach ein Instrument zur Messung der Stärke der Electricität, jedoch nicht der Electricität überhaupt, sondern nur der Reibungselectricität, insofern man die zur Messung der strömenden Electricität bestimmten Instrumente Galvanometer nennt.

Die Electrometer sind zum grössten Theile nur Electroskope, d. h. Electricitätsanzeiger, mit einer Gradeintheilung. Deshalb verweisen wir auf Art. Electroskop wegen des Näheren der Electrometer, welche in diese Classe gehören.

Zu den eigentlichen Electrometern gehört Henley's Quadrantenelectrometer, construirt im Jahre 1772. Man benutzt dasselbe namentlich, um die Stärke der Electricitätserregung einer Electrisirmaschine zu prüfen, weshalb an dem Conductor in der Regel eine Stelle zur Anbringung des Instrumentes hergerichtet ist. Das Instrument selbst besteht aus einem leitenden Stäbchen, an welchem oben an der Seite ein verticaler, in Grade eingetheilter Quadrant oder Halbkreis von Glas oder Elfenbein angebracht ist, in dessen Mittelpunkte ein leichtes Pendel aus einem Holzstäbchen oder Fischbeinstreifen oder Strohhalme mit einer Korkkugel hängt. Sowie der Conductor electrisch wird, wird es auch das Stäbchen und die Kugel und letztere wird nun abgestossen. Je nach der electrischen Spannung beträgt die Abstossung mehr oder weniger und zwar verhalten sich die Intensitäten der Electricität wie die Cuben der Sinus der halben Ausschlagwinkel, also für kleine Winkel wie die Cuben der halben Ausschlagwinkel selbst. Wird die Electrisirmaschine in Thätigkeit gesetzt, so steigt das Pendel erst rasch, erreicht aber bald eine Stellung, in welcher es verharrt. Die electrische Spannung des Conductors erreicht also ein Maximum und alle demselben dann noch zugeführte Electricität geht in die Umgebung über.

Ein ferneres Electrometer ist die electrische Drehwaage, worüber Art. Drehwaage, electrische das Nähere enthält. Desgleichen gehört hierher das Ausladeelectrometer, welches im Art. Flasche, Lane'sche, näher beschrieben ist. Vergl. auch Art. Luftelectrometer.

Electrometrie, die, oder Electricitätsmessung hat die Untersuchung der Stärke der Spannung oder der Grösse der anziehenden und abstossenden Kraft der Reibungselectricität in verschiedenen Abständen zum Gegenstande. Vergl. Art. Electrometer und Drehwaage, electrische.

Electromikrometer, das, oder Mikroelectrometer von Marechaux hat seiner Mängel wegen keine rechte Verbreitung gefunden, und genügt es zu bemerken, dass es im Wesentlichen dem Bennet'schen Electroskope (s. Art. Electroskop) ähnlich ist und zur Messung der electrischen Spannung einzelner Plattenpaare und der Volta'schen Säule dienen sollte.

Electromotoren oder electrische Erreger heissen die Körper, welche durch gegenseitige Berührung Electricität erregen (s. Art. Galvanismus).

Electrophor, Electricitätsträger, heisst ein von Volta 1775 erfundenes Instrument, in welchem einmal erregte Electricität Wochen und Monate lang wirksam bleibt. Der wesentlichen Theile sind drei, nämlich ähnlich wie bei den Franklin'schen Tafeln zwei von einem schlechten Leiter getrennte gute Leiter, von denen der eine gute Leiter der Teller, der andere der Deckel und der schlechte Leiter der Kuchen heisst. Der Teller oder die Form besteht gewöhnlich aus einer runden metallenen Scheibe mit ringsum senkrecht stehendem, nicht scharfem, je nach der Dicke des Kuchens 2 bis 5 Linien hohem Rande, oder aus Holz, in welchem eine kreisrunde Vertiefung ausgedreht ist, welche man mit Silberpapier oder Stanniol überzieht. — In den Teller wird der gewöhnlich aus einer Harzmasse bestehende Kuchen gebracht, respective gegossen, so dass die Oberfläche möglichst glatt ist. Eine besonders gute Mischung hierzu besteht aus 8 Theilen Kolophonium, 1 Theile Schellack und 1 Theile venetianischen Terpentin. Statt einer Harzmasse hat man auch Gutta-Percha oder Collodion mit Vortheil verwendet. — Der Deckel ist eine runde Scheibe von Metall oder von Holz, welches mit Silberpapier oder Stanniol überklebt ist. Die Scheibe muss, wenn sie concentrisch auf den Kuchen aufgesetzt wird, von dem Teller rundherum wenigstens 1 Zoll abstehen, darf keine Spitzen besitzen und muss mit einer isolirenden Handhabe versehen sein, wozu man entweder drei seidene Schnüre oder einen in der Mitte befestigten Glas- oder Porcellangriff nimmt.

Macht man den Kuchen durch Peitschen mit einem Fuchsschwanze oder Katzenfelle negativ electrisch, so zeigt sich Folgendes: 1) Setzt

man den Deckel, während man ihn isolirt anfasst, auf den Kuchen und hebt ihn ebenfalls isolirt ab, so verhält er sich unelectrisch. 2) Setzt man den Deckel wieder ebenso auf und berührt ihn dann leitend, so erhält man einen Funken, und untersucht man den aufliegenden Deckel vorher in Bezug auf seinen electrischen Zustand, so erweist er sich ebenso electrisch, wie der Kuchen. 3) Hebt man den Deckel ab, nachdem man ihn leitend berührt hat, so giebt er wieder einen Funken, und untersucht man seinen electrischen Zustand, so erweist er sich positiv electrisch, also dem Kuchen entgegengesetzt. 4) Isolirt man den Teller und peitscht den Kuchen, so erweist sich der Teller bei nicht aufliegendem Deckel dem Kuchen gleichartig electrisch, also negativ. 5) Thut man dasselbe, setzt aber den Deckel auf, so ist der Teller schwächer electrisch; entfernt man den Deckel wieder, ohne ihn leitend berührt zu haben, so wird die Electricität wieder stärker. 6) Setzt man den Deckel auf und berührt den nicht isolirten Teller mit dem Daumen und den Deckel mit dem Zeigefinger derselben Hand, so erhält man einen etwas stärkeren Schlag, als wenn man blos den Deckel berührt; hebt man dann den Deckel isolirt auf, so giebt er einen stärkeren Schlag, als blos bei einfacher Berührung. 7) Dasselbe zeigt sich bei isolirtem Teller, ausserdem aber auch, wenn man erst den Zeigefinger auf den Deckel und hierauf den Daumen auf den Teller legt.

Die Erklärung dieser Erscheinungen ergiebt sich aus den Gesetzen der electrischen Vertheilung, worüber das Nähere im Art. Electricität enthalten ist. Es ist nur noch zu bemerken, dass keine Mittheilung, sondern Vertheilung stattfindet, wenn ein Leiter und ein Nichtleiter, von denen der eine sich im electrischen Zustande befindet, in unmittelbare Berührung kommen, sobald beide, namentlich der Leiter möglichst glatt sind.

Grosse Electrophore geben Funken von einer Grösse wie die einer Electrisirmaschine. Man kann daher mittelst des Electrophors Flaschen laden und viele der Experimente ausführen, zu denen man sich gewöhnlich einer Electrisirmaschine bedient. Kleine Electrophore reichen schon hin, Knallgas zu entzünden, also eine electrische Pistole abzuschiessen. Daher finden die Electrophore auch Anwendung bei dem Wasserstoffgas-Feuerzeuge. In Göttingen war ein Electrophor, dessen Kuchen 7 Fuss Durchmesser und eine Dicke von einem halben Zolle hatte; ebenso wird von einem Electrophor in Wien angegeben, dass sein Kuchen 7 Fuss $9^1/_2$ Zoll Durchmesser bei 2 Zoll Dicke gehalten hat.

Lichtenberg construirte einen doppelten Electrophor, auf welchem eine Stelle negativ, die andere positiv electrisch war. Der Kuchen war etwa noch einmal so lang als breit und wurde auf der einen Stelle durch Peitschen mit Pelzwerk negativ gemacht; der anderen Hälfte wurde positive Electricität in der Weise mitgetheilt, dass ein

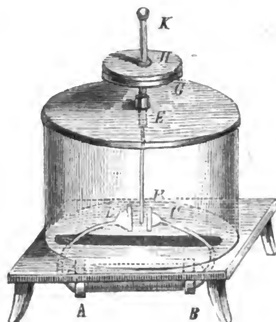
kleiner Messingring auf dieselbe gelegt wurde, auf welchen dann der auf der negativen Stelle des Kuchens positiv gemachte Deckel aufgesetzt wurde. Indem man diese Operation wiederholte und den Ring verschob, konnte man eine grössere Stelle positiv machen. Bequemer ist es nach J. Weber's Vorschlag den Kuchen frei zu machen, so dass er nicht in einem Teller eingeschlossen liegt, sondern auf eine Metallplatte aufgelegt werden kann. Macht man den Kuchen auf einer Seite durch Peitschen mit Pelzwerk negativ, so wird er gleichzeitig auf der entgegengesetzten Seite positiv und man hat es nun in seiner Gewalt, die negative oder positive Fläche zu benutzen.

Electroskop, das, Electricitätsanzeiger, ist ein Instrument, mit dessen Hilfe man sich überzeugen kann, ob sich ein Körper überhaupt in einem electrischen Zustande befinde. Es leuchtet ein, dass man nur bei an sich schwachen electrischen Spannungen einer besonderen Vorkehrung bedarf, da ein an einem seidnen Faden aufgehängtes Korkkügelchen, oder ein in der Mitte aufgehängtes oder auf einer Spitze schwebendes Schellackstäbchen, welches an einem Ende eine kleine Kreisscheibe von Gold- oder Silberpapier oder von Flittergold trägt, vollständig ausreicht, nicht nur den electrischen Zustand an sich, sondern auch, ob derselbe positiv oder negativ ist, nachzuweisen. In vielen Fällen wird der von mir im Art. Electricität näher beschriebene Streifenapparat ausreichen. Das Nähere in dieser Beziehung liefert der Art. Electricität. Es handelt sich also hier nur um die Instrumente, welche selbst geringe Spuren von Electricität nachweisen und dabei wohl auch sofort erkennen lassen, von welcher Art die Electricität sei. Im Allgemeinen geben diese Instrumente auch einen Anhalt über die grössere oder geringere Spannung der Electricität, und werden dieselben daher wohl auch Electrometer genannt. Da Electrometer jedoch Electricitätsmesser bedeutet, so wird dadurch eine besondere Art derartiger Instrumente charakterisirt und deshalb sind diese auch in dem Art. Electrometer besonders behandelt worden.

Die gewöhnlichsten Electroskope sind: das Electroskop von Canton (1753) mit Korkkugeln, das von Volta mit Strohhalmen und das von Bennet mit Goldblättchen. Diese Electroskope sind alle in gleicher Weise construirt. Durch den Deckel eines Glases oder eines nicht zu engen, in einem mit Stanniol beklebten Fusse stehenden Glascylinders geht in der Mitte ein isolirter Draht, an welchem unten an feinen Zwirnfäden zwei kleine Korkkugeln, wie kleine gleichlange Pendel, hängen, oder es sind an dem Drahtende zwei schmale Streifen eines Strohhalmes lose hängend angebracht, oder es werden an dem breitgeschlagenen Drahtende zwei etwa 1 Linie breite gleichlange Streifen von Goldschaum angeklebt. Der Draht geht oben in eine Spitze aus, oder ist mit einer Kugel versehen, oder er trägt nach Volta's Vorgange (1783) einen Condensator (s. Art. Condensator der

Electricität). Kommt man mit einem Körper in die Nähe des oberen Drahtendes oder berührt dasselbe, so gehen die am unteren Ende angebrachten Pendelchen um so stärker aus einander, je stärker der electrische Zustand des untersuchten Körpers ist. — Sogenannte Verbesserungen dieser Instrumente sind mehrere vorgeschlagen, z. B. von Cavallo am Canton'schen, von Parrot am Bennet'schen Electroskope; auch hatte De Luc 1786 ein von ihm Fundamentalelectrometer genanntes Electroskop angegeben. Alle diese Instrumente treten zurück gegen das Bohnenberger-Fechner'sche Electroskop, weil dies nicht nur ungemein empfindlich ist, sondern auch sofort über die Art der Electricität entscheidet.

Nachdem die Volta'sche Säule bekannt wurde, machte Behrens den Vorschlag, dieselbe zur Untersuchung des electrischen Zustandes eines Körpers zu benutzen. Dieser Vorschlag wurde zuerst von Bohnenberger nach Erfindung der Zamboni'schen Säule ausgeführt in einem Electroskope mit zwei solchen Säulen. Fechner verbesserte das Instrument, indem er denselben Zweck mit nur einer Säule erreichte, und dies ist das jetzt gewöhnlich benutzte. Unter der Decke eines kleinen Holzschemels von etwa 10 Zoll Länge, 4 Zoll Breite und ebenso hohen Beinen wird horizontal eine Zamboni'sche Säule (*AB*) aus einigen Hunderten von Scheiben, die in ein Glasrohr eingeschlossen sind, befestigt; die Deckplatte des Schemels hat in der Mitte einen Ausschnitt, durch welchen die Schliessungsdrähte der Säule (*C* und *D*) gehen, die in drehbare Knöpfe enden und auch selbst drehbar sind, so dass die Knöpfe einander beliebig nahe gebracht werden können; auf die Deckplatte des Schemels wird eine Glasglocke oder ein Glascylinder gestellt, worin ein einziger Streifen (*F*) Schaumgold an einem durch die Glocke oder den Deckel des Cylinders isolirt gehenden Drahte (*E*) herabhängt, so dass er zwischen die beiden Knöpfe reicht; der Draht trägt gewöhnlich oben einen Condensator (*G*, *H*, *K*). Da der eine Knopf des Schliessungsdrahtes positiv, der andere negativ electrisch ist, so ergiebt sich, dass der in der Mitte der beiden Knöpfe hängende Streifen, wenn er auch nur eine Spur von Electricität erhält, sich nach dem einen oder dem anderen Knopfe bewegen muss und zwar nach dem positiven, wenn der Streifen selbst negativ ist, und umgekehrt, so dass man nicht nur über den electrischen Zustand des untersuchten Körpers



an sich, sondern auch, ob derselbe positiv oder negativ ist, Aufschluss gewinnt.

Oersted construirte ein Electrometer, bei welchem in der Mitte eines Messingdrahtes von 2 bis 3 Zoll Länge ein kleiner Magnet angebracht war, der an einem Coconfaden hing; ein gabelförmiger Leiter reichte von der Decke des Glasbehälters, in welchem die Vorrichtung eingeschlossen war, herab und mit den Enden der Zinken bis an die Enden des Messingdrahtes. Wird dem Leiter Electricität mitgetheilt, so zieht er den Messingdraht an und stösst ihn wieder ab. Da der Messingdraht durch den Magnet gerichtet wird, so giebt die Abweichung von dieser Richtung einen Anhalt, auf die electrische Spannung zu schliessen, und giebt man dem Apparate erst eine bestimmte Art Electricität, so zeigt eine Vergrösserung der Abstossung durch einen zweiten Körper an, dass dieser gleichartig electrisch war, während eine Verringerung der Abstossung für das Gegentheil spricht.

Ein sehr empfindliches und zuverlässiges Electroskop hat 1842 Dellmann angegeben. Wegen des Näheren verweisen wir auf Poggend. Annal. Bd. 53. S. 606 und Bd. 58. S. 49 und bemerken wir nur, dass die Idee der Coulomb'schen Drehwaage dabei benutzt ist. Kohlrausch hat dies Instrument in Poggend. Annal. Bd. 72. S. 353 und Bd. 74. S. 499 einer eingehenden Untersuchung unterzogen und überdies in Bd. 75. S. 88 gezeigt, wie man mit demselben einen Condensator verbinden kann.

Electroskopie, die, beschäftigt sich mit dem Nachweise, ob ein jedenfalls nur schwach electrischer Körper wirklich electrisch ist oder nicht, und ob er sich im positiven oder negativen Zustande befindet (vergl. Art. Electroskop).

Electrotherapie bezeichnet Heilverfahren mittelst Einwirkung der Electricität auf den Organismus. S. Art. Galvanismus. C.

Electrotinte schlug Schmee statt Electrographie (s. d. Art.) vor.

Electrotonischer Zustand eines Nerven bezeichnet eine Veränderung im gewöhnlichen electromotorischen Zustande desselben. S. Thierische Electricität.

Electrotyp oder Voltatyp nannte Spencer die von ihm mit zuerst dargestellten galvanoplastischen Kupferabdrücke (vergl. Art. Galvanoplastik).

Elemente nannte man im Alterthum Feuer, Wasser, Luft und Erde und bezeichnete damit gewissermassen nur die Elementarqualitäten der Körper. Das Feuer ist heiss und trocken, die Luft, respective der Dampf, heiss und feucht, das Wasser ist kalt und feucht, die Erde kalt und trocken. Durch die chemischen Forschungen hat der Begriff Element einen anderen Inhalt erhalten. Man versteht darunter die Grundstoffe, d. h. diejenigen Stoffe oder Körper, von denen es bis jetzt noch nicht gelungen ist, sie als Verbindungen aus anderen Stoffen nach-

zuweisen, oder die sogenannten einfachen oder unzerlegbaren Stoffe. Es sind diese im Artikel: Aequivalent, chemisches aufgeführt. Vergl. auch Art. Materie. — Ausser diesen chemischen Elementen stösst man in der Physik auf den Begriff: electrisches oder galvanisches Element. Hierunter versteht man in der Contact-Electricität ein einziges erregendes Paar, z. B. eine Kupfer- und eine Zinkplatte. Benutzt man zur Erregung eines electrischen Stromes nur ein einziges Element, so sagt man, es werde nur eine einfache Volta'sche oder eine einfache galvanische Kette verwendet (vergl. Art. Galvanismus).

Elementenglas nannte man früher ein mit Quecksilber, mit einer Auflösung von reinem kohlensauren Kali in Wasser, mit Weingeist und mit rectificirtem Steinöl gefülltes Glasgefäss. Diese Stoffe mischen sich nicht mit einander und haben verschiedenes specifisches Gewicht; schüttelte man nun das Gefäss, so entstand gewissermassen ein Chaos; liess man darauf Ruhe eintreten, so ordneten sich die vier Flüssigkeiten nach ihrem specifischen Gewichte über einander und stellten nun gleichsam die vier Elemente der Alten dar.

Elle in Preussen = $25^1/_2$ preuss. Zoll; in Frankreich (aune) = 12 Decimeter.

Eliasfeuer / **St. Elmsfeuer** oder Hermes-, St. Claras-, St. Nicolas, St. Helenensfeuer bezeichnet die electrische Lichterscheinung, welche bei starker Luftelectricität sich im Dunkeln an Spitzen, z. B. auf Kirchthürmen, auf Schiffsmasten etc. zeigt. Die Alten benannten diese Erscheinung, wenn zwei Flammen sichtbar wurden, nach den Dioskuren Castor und Pollux und betrachteten dies Zeichen als glückbringend, hingegen sahen sie in einer einzigen Flamme die unheilbringende Schwester der Dioskuren Helena. Nach F. Piper's Untersuchung (Poggend. Annal. Bd. 82. S. 317) liegt der Bezeichnung St. Elmsfeuer ein christlicher Heiligenname zu Grunde und soll aus Erasmus, zusammengezogen Ermus, italienisch Ermo oder Elmo, entstanden sein. Näheres im Art. Gewitter.

Elongation soviel wie Ausschlag. S. Art. Pendel.

Emanationshypothese oder Emissionshypothese / **Emanationssystem** oder Emissionssystem / **Emanationstheorie** oder Emissionstheorie heisst die Hypothese oder das System oder die Theorie, welches oder welche man früher zur Erklärung der Lichterscheinungen annahm. Das Wesen des Lichtes sollte aus feinen materiellen Theilchen bestehen, welche mit einer Geschwindigkeit von über 40000 Meilen in der Secunde von den leuchtenden Körpern ausgingen. Wenn diese Theilchen auf die Netzhaut im Auge stossen, so erhalten wir die Empfindung des Lichtes. Treffen die Theilchen auf einen Körper, so werden sie je nach Umständen angezogen oder abgestossen, so dass man sie selbst mit anziehenden und abstossenden Kräften begabt ansehen

muss. Auf solcher Abstossung beruht das Sichtbarwerden dunkler Körper. Der verschiedene Grad der Helligkeit der Körper ist durch die verschiedene Lichtmenge zu erklären, welche die Körper von gleichgrossen Flächen in gleichen Zeiten aussenden. Die verschiedenen Farben sollen von verschiedenen Arten der Lichttheilchen herrühren. Die geradlinige Fortpflanzung des Lichtes, wenn keine anderen Kräfte auf dasselbe einwirken, würde eine Folge des Beharrungsvermögens (s. d. Art.) sein. Die grosse Geschwindigkeit verlangt die Annahme einer ungemein starken ausstossenden Kraft; die trotzdem unmerkliche mechanische Wirkung des Stosses auf andere Körper die Annahme einer ungemeinen Feinheit der Lichttheilchen. Die Abnahme der Lichtstärke mit der Entfernung der Lichtquelle folgt aus der Ausbreitung über immer grössere Kugelflächen. So lassen sich viele der Lichterscheinungen ungezwungen aus dieser Hypothese erklären. Schwieriger lässt sich begreifen, warum das Licht der verschiedensten Lichtquellen, wie es aus der Aberration des Lichtes (s. d. Art.) hervorgeht, doch gleichgrosse Geschwindigkeit besitzt. Man könnte die Annahme machen, dass die Lichttheilchen zwar mit sehr verschiedenen Geschwindigkeiten aus den leuchtenden Körpern ausgesandt werden, dass aber in unserem Auge nur die Einwirkung von Lichttheilchen einer bestimmten Geschwindigkeit empfunden werde. Noch schlimmer ist es, wenn man danach fragt, weshalb das Licht unter schiefem Winkel nicht so stark ausstrahlt, als unter rechtem Winkel. Hier verlässt uns die Hypothese gänzlich. Um die Reflexion des Lichtes zu erklären, muss man eine gegenseitige Wirkung der Lichttheilchen und der Körpertheilchen auf einander annehmen. Nach Newton, der diese Hypothese vorzugsweise ausgebildet hat, ist die Kraft innerhalb einer gewissen Grenze eine anziehende, jenseits derselben eine abstossende. Die Entfernungen, in welchen diese gegenseitige Einwirkung stattfindet, sind unmessbar klein, indessen muss die Wirkungssphäre der Körpertheilchen gegen den Abstand derselben von einander sehr gross sein. Um hierbei zu erklären, warum nie alles Licht zurückgeworfen wird, sondern ein Theil in das getroffene Mittel eindringt, nahm Newton an, jedes Lichttheilchen werde auf seiner Bahn in abwechselnd periodische Zustände versetzt, so dass es in dem einen Zustande leichter den anziehenden, in dem andern leichter den abstossenden Kräften der Körpertheilchen folge, also in dem einen Zustande leichter in den Körper eindringe, in dem anderen leichter von ihm zurückgeworfen werde. Diese Eigenthümlichkeit der Lufttheilchen nannte Newton Anwandlungen (s. d. Art.). Diese Anwandlungen sind auch erforderlich, um die Brechung des Lichtes zu erklären. Die Lichttheilchen, welche sich beim Auftreffen auf die Grenzfläche zweier Mittel in dem Zustande der leichteren Zurückwerfung befinden, werden zurückgeworfen, die anderen im Zustande des leichteren Durchgehens werden hingegen von dem zweiten Mittel angezogen. Diese angezogenen Theilchen erleiden nun eine Aenderung

in ihrer senkrecht gegen die Grenzfläche gerichteten Geschwindigkeit, nicht aber in anderen Richtungen; folglich bewegt sich das Lichttheilchen in der Einfallsebene weiter und, sobald es aus der Wirkungssphäre herausgetreten ist, mit gleichbleibender Geschwindigkeit. Hierbei ergiebt sich indessen, dass um das Brechungsgesetz abzuleiten, die Geschwindigkeit in dem dichteren Mittel grösser sein muss, als in dem dünneren. Bei der zweiten Theorie, die Lichterscheinungen zu erklären, nämlich bei der Undulationstheorie (s. d. Art.), ist es in Betreff der Geschwindigkeit gerade umgekehrt. Nun hat das Experiment erwiesen, dass die Geschwindigkeit des Lichtes in der Luft sich zu der im Wasser verhält, wie 4 zu 3; folglich spricht die Erfahrung gegen die Emanationshypothese. Deshalb verfolgen wir diese Hypothese hier nicht weiter, da es zunächst darauf ankam den Grund oder Ungrund derselben nachzuweisen. Das angedeutete Experiment, welches als *experimentum crucis* anzusehen ist, hat der Franzose Foucault zuerst ausgeführt (s. Art. Licht).

Embolus bedeutet Kolben bei Pumpen etc.

Emissionshypothese, Emissionssystem, Emissionstheorie, s. Art. Emanationshypothese.

Emissionsvermögen ist Ausstrahlungsvermögen. Vergl. Art. Wärme, strahlende.

Empirisch bedeutet durch Beobachtung oder durch Versuche festgestellt.

Endgeschwindigkeit nennt man bei ungleichförmigen Bewegungen die in irgend einem Augenblicke stattfindende Geschwindigkeit, indem man sich die ungleichförmige Bewegung beendet und den Körper nur dem Beharrungsvermögen (s. d. Art.) folgend fortgehend denkt (vergl. Art. Bewegung. S. 87.).

Endosmose, s. Art. Exosmose.

Energiatyp bezeichnete ein Lichtbild auf Papier nach einer veralteten, von Hunt angegebenen, Energiatypie genannten, Methode.

Energie, mechanische, eines Körpers ist ein von Thomson eingeführter Begriff. Wird ein Körper von 0° C. erwärmt, so wird er bei einer bestimmten Temperatur eine bestimmte Quantität Wärme aufgenommen haben. Diese Wärme ist theils zur Temperaturerhöhung, theils zu molekularen Veränderungen (innerer Arbeit), theils zu äusserer Arbeit angewandt. Diese ganze Wärmemenge steigt fortwährend mit der Temperatur. Zur Temperaturerhöhung sowohl als zur Veränderung der Aggregatzustände wird immer Wärme aufgenommen. Von dieser Quantität muss die in äussere Arbeit umgesetzte Wärme abgezogen werden, um die im Körper befindliche Wärme zu finden. Diese Quantität ist die mechanische Energie und sie giebt also an, wieviel mehr Energie der Körper in sich angehäuft hat, als bei 0° C. — Kirchhoff hat den Einfluss, welchen der Körper bei eintretender Wärmezuführung

auf die äussere Umgebung ausübt, die Wirkungsfunction des Körpers genannt. Diese Wirkungsfunction ist also der Thomson-schen Energie gleich, nur muss man das entgegengesetzte Zeichen nehmen.

Energimatometer, s. Art. Dynamometer.

Enharmonische Fortschreitung, s. Art. Fortschreitung.

Entfernung bezeichnet den Abstand eines Gegenstandes von einem Beobachter oder von einem anderen Gegenstande. Man unterscheidet die wahre und die scheinbare Entfernung. Letztere wird nach dem Winkel gemessen, welchen die von den beiden Gegenständen, deren Abstand von einander von einem dritten Punkte aus gesehen gemessen werden soll, nach dem Auge des an dem dritten Punkte befindlichen Beobachters gezogenen Linien an dem Auge bilden, z. B. die scheinbare Entfernung zweier Sterne von einander. Die wahre Entfernung ist der wirkliche Abstand eines Gegenstandes von dem Beobachter oder von einem zweiten Punkte, z. B. der Abstand der Erde von der Sonne. Auf der Erdoberfläche misst man die wahre Entfernung zweier Orte durch den zwischen ihnen liegenden Bogen des grössten Kreises der Erde, welcher durch beide Orte gelegt werden kann. Die wahre Entfernung zweier Orte auf der Erde zu finden, ist Gegenstand der Geodäsie, die zweier Himmelskörper hingegen der Astronomie.

Entlader, }
Entladen, } s. Art. Auslader.

Entladungsfunke, s. Art. Funke, electrischer.

Entoptische Erscheinungen nannte Seebeck die von ihm entdeckten optischen Erscheinungen, welche Glas und andere geschmolzene Körper, die man schnell hat erkalten lassen, im Polarisationsapparate zeigen (s. Art. Polarisation des Lichtes).

Entzünden, s. Art. Anzünden.

Epipolisch, s. Art. Epipolisirt.

Epipolisirtes Licht nannte J. Herschel Licht, welches die später mit dem Worte Fluorescenz bezeichneten Erscheinungen zeigt. Er beobachtete, dass eine schwache Lösung von schwefelsaurem Chinin im durchgelassenen Lichte farblos und durchsichtig erscheint, aber bei einer gewissen seitlichen Richtung des Auges zur Oberfläche eine eigenthümliche blaue Färbung erhält. Ein auf die Flüssigkeit fallendes Bündel gewöhnlichen Tageslichtes zeigte die blaue Farbe nur innerhalb einer sehr dünnen Schicht unter der Oberfläche, und nach dem Durchgange durch die Lösung hatte das Licht beim Eindringen in eine zweite gleiche Lösung die bezeichnete Fähigkeit verloren. Herschel nannte ein in dieser geheimnissvollen Weise modificirtes Lichtbündel epipolisirt, indem er damit aussprechen wollte, dass die Erscheinung von einer eigenthümlichen Beschaffenheit der Oberfläche herrühre, dass die Färbung eine oberflächliche sei. Das Charakteristische eines epipolisirten Lichtbündels besteht also darin, dass es nach dem Durchgange durch

eine Chininlösung die Fähigkeit verloren hat, ferner eine epipolische Dispersion zu erleiden.

Erbsentanz, eine electrische Spielerei mit Hollundermarkkugeln wie der Puppentanz (s. d. Art.).

Erdatmosphäre, s. Art. Atmosphäre.

Erdaxe ist die gerade Linie, welche die Pole der Erde verbindet und um welche die Erde ihre tägliche Rotation vollzieht.

Erdbahn ist die Bahn, welche die Erde als Planet der Sonne um diese als um den Centralkörper in der Zeit eines Jahres durchläuft.

Erdball, s. Art. Erde.

Erdbeben, Erderschütterung, bezeichnet eine mehr oder weniger heftige Bebung oder Erschütterung der Erdoberfläche, die durch eine Reaction des Erdinnern gegen das Aeussere bedingt ist. Die Art der Bewegung ist entweder vertical, d. h. minenartig, oder wellenförmig ähnlich den Meereswogen, oder rotatorisch, d. h. drehend. Ueber die Dauer der Erschütterung lauten die Angaben sehr verschieden; in der Regel ist sie auf wenige Secunden beschränkt, aber häufig kehrt sie wieder und hält bisweilen Monate lang an. Die Ausdehnung beträgt in manchen Fällen nur einige Meilen in der Runde, das Erdbeben von Lissabon am 1. November 1755 erstreckte sich aber bis in eine Entfernung von 1000 Meilen und umfasste einen Flächenraum von 700000 geogr. Quadratmeilen. In Betreff der Häufigkeit der Erdbeben hat man Zusammenstellungen versucht, aus denen hervorzugehen scheint, dass dieselben öfter im Winter eintreten als zu anderen Jahreszeiten, ebenso häufiger bei Neu- und Vollmond als in den Vierteln, desgleichen häufiger im Perigäum des Mondes als im Apogäum, indessen sind diese Resultate noch sehr fraglich. Im Allgemeinen sind die Erdbeben so häufig, dass wohl stets der Erdboden irgendwo erzittert; auch scheinen sie allgemein verbreitet zu sein. Die geognostische Beschaffenheit eines Landes bietet keinen Anhalt für oder gegen die Erdbeben. Ebenso stehen dieselben in keinem näheren Zusammenhange mit den Erscheinungen in der Atmosphäre. Windstille, drückende Hitze, ein dunstiger Horizont werden von manchen Seiten als Vorboten angesehen, aber A. von Humboldt hat das Irrthümliche hiervon hinlänglich erwiesen. Das Versiegen und die Trübung von Quellen, ungewöhnliche Bewegungen des Meeres sind bisweilen Vorzeichen der Erdbeben, weil diese Erscheinungen selbst ihren Grund in denselben vulkanischen Vorgängen haben können, durch welche die Erdbeben erzeugt werden; doch sind auch sie nicht immer mit Sicherheit als solche anzusehen. Das Erdbeben von Caracas am 26. März 1812 kam urplötzlich. Gewöhnlich sind die Erdbeben von einem unterirdischen Getöse begleitet, welches mit der Abfeuerung schweren Geschützes oder mit dem rollenden Donner von Musketen-Salven oder mit dem Rasseln schwer beladener Wagen oder mit dem Klirren bewegter Ketten verglichen wird. Es pflanzt sich dies

Getöse in unermessliche Weiten fort, weil der Schall nicht sowohl durch die Luft als durch die den Schall besser leitende Erde fortschreitet. Man hat eine Fortpflanzungsgeschwindigkeit von 5 bis 7 Meilen in einer Minute berechnet. Die heftigsten Stösse verursachen nicht immer den meisten Schaden an Gebäuden. Oft wird heisses Wasser aus den Spalten der Erde ausgestossen, oder auch Schlamm, schwarzer Rauch, heisse Dämpfe. Dadurch können plötzliche Veränderungen der Witterung veranlasst werden. Die Angst der Thiere, von welcher als den Erdbeben vorausgehend so oft die Rede ist, ist ein Beweis, dass das Erdbeben bereits seine Wirkung äussert, indem die Thiere das Aufsteigen mephitischer Gasarten eher empfinden als der Mensch. Schweine und Hunde sollen besonders empfindlich und erregbar sein. Seeleute beschreiben die Erschütterung eines auf See befindlichen Schiffes bei einem Erdbeben ähnlich dem Auffahren des Schiffes auf ein Felsenriff.

Die Ursache der Erdbeben ist jedenfalls dieselbe, welche die Wirksamkeit der Vulkane bedingt. Eine hohe Spannung der Electricität oder Erschütterungsschläge in Folge einer Anhäufung von Electricität in der Erdrinde als Ursache anzusehen, wie man früher that, gilt jetzt als ein veralteter Standpunkt. A. v. Humboldt hat den häufigen Zusammenhang der Erdbeben mit den vulkanischen Erscheinungen durch seine Beobachtungen nachgewiesen und zwar selbst in oft sehr entfernten Gegenden der Erdfläche. Der eigentliche Sitz der Erdbeben liegt also sehr tief und die eigentliche Ursache ist eine Reaction des Erdinnern gegen das Aeussere, indem die bei erhöhter Temperatur der tiefsten geschmolzenen Schichten in den Höhlungen und Klüftungen der inneren Seite der festen Erdrinde sich ansammelnden Gase und Dämpfe sich weiter zu verbreiten streben. Die Häufigkeit hat ihren Grund in der fortwährend stattfindenden Spannung jener Gase und Dämpfe. Hieraus ergiebt sich auch die Unabhängigkeit der Erdbeben von der Natur der Gebirgsarten; denn es kommt hier nicht auf die chemische Natur der Erdrinde an, sondern mehr auf die mechanische Structur. Ebenso erklärt sich hieraus, warum man in der Atmosphäre keine Vorzeichen erwarten darf, da die Ursache tief im Innern der Erde liegt.

Erdbebenmesser, Seismometer oder Seismoskop, nennt man Vorrichtungen, durch welche in Gegenden, die häufiger von Erdbeben heimgesucht werden, namentlich die Richtung der Bewegung ermittelt werden soll. Salsano verwendete dazu ein langes, schweres, nach allen Richtungen bewegbares Pendel, welches die Richtung entweder mit einem unten angebrachten Farbenpinsel abzeichnet, oder unmittelbar in eine Sandschüssel einschreibt. Cacciatore stellte ein flaches, ebenes Becken von Holz auf, welches in seinem kreisrunden Rande von etwa 10 Zoll Durchmesser nach den 8 Haupthimmelsgegenden Oeffnungen hatte und mit Quecksilber gefüllt war; unter jeder Oeff-

nung stand ein Becher und aus dem Becher, welcher durch die Erschütterung Quecksilber aufgefangen hatte, erkannte man, dass der Stoss von der entgegengesetzten Seite her gekommen war.

Erde, Erdball, Erdkugel, ist der von uns bewohnte Planet. Zu Homer's Zeiten stellten sich die Griechen die Erde als eine von dem Strome Okeanus umflossene Scheibe vor, in deren Mitte Griechenland liegen sollte. Thales, um 585 v. Chr., fasste das Verhältniss noch so auf, dass der Himmel eine zur Hälfte mit Wasser gefüllte Hohlkugel sei, dass die Erde die Form einer Walze habe und in dem Wasser so schwimme, dass nur die eine kreisförmige Endfläche herausrage. Parmenides und die Pythagoräer sprachen um 500 v. Chr. zuerst von der Kugelgestalt der Erde, noch entschiedener um 330 v. Chr. Aristoteles, und um 240 v. Chr. stellte sogar Aristarch von Samos die richtigere Ansicht auf, dass die Erde sich um die stillstehende Sonne bewege. Dass die Erde wirklich eine Kugelgestalt habe, ist bis zur Zeit des Columbus von den meisten Seiten, selbst von Gelehrten, bestritten worden; jetzt nach der Entdeckung Amerika's und nach den so zahlreichen Umschiffungen der Erde ist die Sache ausser allen Zweifel gesetzt, und nach diesen Erfahrungen scheint es kaum nöthig, noch anderweite Beweise dafür vorzubringen. — Wäre die Erdoberfläche eine Ebene, so würde ein Beobachter, der in einiger Entfernung über derselben stände, die ganze Ebene überschauen, wenn nicht zufällige Erhebungen die Aussicht beschränken. Dies ist thatsächlich nicht der Fall. Wir sehen stets einen kreisförmigen Theil der Erdoberfläche und einen um so grösseren, je höher wir stehen. Schon dies spricht für die Kugelgestalt der Erde. — Wäre die Erdoberfläche eine Ebene, so würden wir einen Gegenstand, der sich uns nähert oder von uns entfernt, stets in seiner ganzen Höhe, nur in grösserer Entfernung kleiner, sehen; aber es verschwinden stets die unteren Theile bei grösser werdender Entfernung zuerst, während die oberen noch sichtbar bleiben, und umgekehrt erscheinen bei geringer werdender Entfernung die oberen Theile zuerst und die unteren später. Dies würde zwar auch bei anderen Oberflächengestaltungen als der Kugelfläche eintreten, z. B. auf einem Cylinder oder auf einem Kegel; aber dann könnte die Erscheinung nur in bestimmten Richtungen von der angegebenen Art sein. Da auf der Erde die Erscheinung in allen möglichen Richtungen sich zeigt, so muss die Erdoberfläche auch nach allen Richtungen hin gekrümmt sein. — Wäre die Erdoberfläche eben, so müsste die Sonne für die Bewohner der verschiedensten Stellen gleichzeitig aufgehen. Da dies nicht der Fall ist, so folgt wenigstens eine Krümmung der Erdoberfläche in der Richtung von Osten nach Westen. — Wäre die Erdoberfläche eben, so müsste man allenthalben dieselben Sterne sehen; aber bei einer Reise von Norden nach Süden tauchen südlich neue Sterne auf und die nördlich stehenden senken sich zum Horizonte herab, gehen sogar zum Theil unter. Folglich

muss die Erdoberfläche auch in der Richtung von Norden nach Süden gekrümmt sein. — Endlich spricht für die Kugelgestalt der Erde der krummlinig begrenzte Schatten der Erde, welcher bei Mondfinsternissen einen Theil der Mondscheibe verdunkelt. Da dies bei allen Stellungen der Erde zum Monde eingetreten ist, so muss die Erde nach allen Richtungen hin eine krumme Oberfläche haben.

Die angeführten Thatsachen sprechen nur dafür, dass die Erdoberfläche nach allen Richtungen hin gekrümmt ist. Es fragt sich aber, ob darum die Erde eine vollkommene Kugel sei. Dies ist nicht der Fall, sondern sie ist nur kugelförmig. Wenn man in der Richtung eines Erdmeridians von Norden nach Süden reist, so bemerkt man nicht blos, dass der Polarstern sich senkt, sondern dass dies für jede 15 geogr. Meilen südlicher einen Grad beträgt. Ist diese Messung richtig, so folgt daraus, dass der Erdmeridian gleichmässig gekrümmt ist, und folglich muss die Erde eine Kugel sein, wenn dies Resultat sich in jedem Meridiane herausstellt. Lange Zeit hatte man keine Veranlassung, hierüber Zweifel zu hegen. Da fand 1671 der französische Astronom Richer, dass eine Pendeluhr, welche in Paris richtig ging, auf der in der Nähe des Aequator in Südamerika liegenden Insel Cayenne täglich $2^1/_2$ Minuten sich verspätete. Schon Huyghens war auf den Gedanken gekommen, dass die Erde — in Folge ihrer Axendrehung und der dadurch bedingten verschiedenen Schwungkraft in verschiedenen Breiten — am Aequator einen grösseren Durchmesser als von Pol zu Pol erhalten, also an den Polen abgeplattet und am Aequator verdickt sein dürfte. Newton sprach nun denselben Gedanken aus und schrieb der Abplattung den wesentlichsten Theil des von Richer gefundenen Resultates zu. Das Ergebniss eines sich hieran anknüpfenden Streites war, dass die Abplattung der Erde ausser Zweifel gestellt wurde, über welche Art. Abplattung das Nähere enthält. Vergl. auch Art. Gradmessungen.

Die Erde ist keine vollkommene Kugel, aber auch kein reguläres Sphäroid, wie ein solches durch Drehung einer Ellipse um ihre kleinere Axe erzeugt werden würde, sondern die Krümmung ist an einigen Stellen für diese Annahme zu stark, an anderen zu schwach. Die in Ostpreussen ausgeführte Gradmessung hat es wahrscheinlich gemacht, dass die wirkliche Figur der Erde sich zu einer regelmässigen etwa verhält, wie die unebene Oberfläche eines bewegten Wassers zu der eines ruhigen, sowie auch, dass die einzelnen Ungleichheiten geringe, vielleicht einige Meilen nicht überschreitende Ausdehnungen besitzen. Ausserdem fragt es sich noch, wie die Krümmung in der Richtung von Osten nach Westen beschaffen ist. In dieser Beziehung ist jedoch noch sehr wenig geschehen und erst in neuester Zeit scheint man diese Aufgabe einer ernsteren Untersuchung unterziehen zu wollen. In vielen Fällen wird man wegen der im Allgemeinen geringen Abplattung keinen grossen

Irrthum begehen, wenn man die Erde als eine wirkliche Kugel zu Grunde legt.

Die Abplattung der Erde ist ein Beweis für die Rotation der Erde. Ebendafür spricht Folgendes. Lässt man von einer bedeutenden Höhe einen möglichst dichten Körper fallen, so kommt er nicht lothrecht unter dem Punkte an, von welchem er gefallen ist, sondern er schlägt etwas östlich von dieser Stelle auf. Es ist dies eine Folge davon, dass der höher gelegene Ort eine grössere Rotationsgeschwindigkeit als der niedrigere besitzt, da sich beide in derselben Zeit einmal herumdrehen, der herabfallende Körper aber die ihm innewohnende ostwärts gehende Geschwindigkeit beibehält und also dem unteren Punkte östlich voraus-eilt. Ferner liegt in der Erklärung der Passatwinde (s. Art. Wind) eine Bestätigung der Rotation der Erde von Westen nach Osten und ebenso in den von Foucault in Paris zuerst angestellten Pendelversuchen, worüber das Nähere im Art. Pendel. E. enthalten ist. Der schönste Beweis für die Rotation der Erde bleibt indessen wohl der, dass sich aus dieser Annahme so ungezwungen die tägliche Bewegung der Sterne von Osten nach Westen begreifen lässt. Denn erscheint es nicht widersinnig, dass die Millionen Himmelskörper bei ihren so verschiedenen und bei den meisten so ungeheueren Entfernungen von der kleinen Erde sich doch alle einmal in 24 Stunden um diese als ihr Centrum bewegen sollen, wie man es vor Copernicus annahm? Noch einleuchtender wird dies, wenn man sieht, wie ungezwungen sich der Wechsel der Jahreszeiten etc. aus der Rotation der Erde um ihre Axe und aus der Bewegung derselben um die Sonne ableiten lässt.

Unter der Annahme einer Abplattung = $^1/_{290}$ giebt Muncke folgende Werthe über die Grösse der Erde:

Halbmesser des Aequators	3271952	Toisen.
Umfang des Aequators	20558280	,,
Halbe Axe	3260643	,,
Ein Grad im Aequator	57106,334	,,
Ein Grad eines Meridians unter dem Aequator	56711,963	,,
Ein Grad desgl. unter 45° Breite	57007,000	,,
Ein Grad desgl. unter den Polen	57304,513	,,
$^1/_{90}$ eines Meridian-Quadranten	57006,442	,,
Länge eines Meridians	5390,668	Meilen.
Länge eines Quadranten	1347,667	,,

Rechnet man 15 geogr. Meilen auf 1 Grad des Aequators, so beträgt der Umfang desselben 5400 geogr. Meilen. Die Grade in den Parallelkreisen werden immer kleiner, je näher man den Polen kommt, die Grade der Meridiane hingegen immer grösser. Dies zeigt folgende Zusammenstellung:

Breite.	Geogr. Meilen auf 1 Grad	
	im Meridiane.	in den Parallelkreisen.
0°	14,8999	15,0000
10	14,9044	14,7736
20	14,9174	14.1009
30	14,9373	13,0012
40	14,9617	11,5065
45	14,9748	10,6243
50	14,9878	9,6608
60	15,0125	7,5188
70	15,0326	5,1455
80	15,0457	2,6132
90	15,0468	0

Der Halbmesser der Aequators würde 859,417, der Durchmesser also 1718,834 geogr. Meilen betragen, während auf die halbe Axe deren 856,433 kommen. Nach Bessel ist der Erdhalbmesser 20318900 Fuss.

Die Erde bewegt sich, während sie von Westen nach Osten um ihre Axe rotirt, im Raume fortschreitend — gewissermassen links herum walzend — in einer elliptischen Bahn um die Sonne, so dass diese in dem Brennpunkte steht. Die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne ist nach den neuesten Ergebnissen kleiner, als bisher angenommen, nämlich nicht 20682000 Meilen, sondern nur etwa 19642000 Meilen. Die mittlere Geschwindigkeit der Erde auf ihrer Bahn beträgt also etwa $3^9/_{10}$ Meilen. Die Zeit einer wirklichen Umdrehung der Erde um ihre Axe, d. h. die Zeit eines Sterntages ist 23 Stunden 56 Min. 4,093 Sec., während die Zeit von einer mittleren Culmination der Sonne zur folgenden oder ein Tag zu 24 Stunden gerechnet wird. Die Erde macht also in der Zeit eines Jahres eine Umdrehung mehr, als wir Tage zählen. Drehte sich die Erde bei derselben Fortschreitungsrichtung auf der Bahn von Osten nach Westen, so würde dieselbe in einem Jahre eine Umdrehung weniger machen, als wir Tage zählen.

Die durch die Bahn der Erde gelegte Ebene nennt man die Ekliptik. Die Erdaxe steht auf der Ekliptik nicht senkrecht, sondern weicht um 23° 27′ von der senkrechten Richtung ab, ist aber nicht constant, sondern schwankt innerhalb einer Grenze und zwar jetzt jährlich um $^1/_2$ Secunde abnehmend. Die Erdaxe bleibt während des ganzen Umlaufs der Erde um die Sonne sich selbst parallel. Hieraus erklären sich die verschiedenen Jahreszeiten. Die Punkte, in welchen die in den Weltenraum verlängerte Erdaxe das Himmelsgewölbe trifft, nennt man die Weltpole, die Austrittspunkte der Erdaxe aus der Erdoberfläche die Erdpole.

Die mittlere Dichte der Erde, d. h. das Verhältniss des Ge-

wichtes des Erdkörpers zu dem Gewichte einer gleichgrossen Wasserkugel beträgt ungefähr 5. Cavendish (1798) fand mittelst der Drehwaage (s. d. Art.) 5,48; Reich in Freiburg (1837) auf demselben Wege 5,44; ebenso (1842) Baily 5,6747 mit einem wahrscheinlichen Fehler von nicht über 0,0038; Hutton berechnete aus den Beobachtungen von Cavendish 5,32 und E. Schmidt ebenso 5,52. Hutton und Maskelyne suchten die Dichtigkeit der Erde durch die Ablenkung eines Lothes durch den Berg Shehallien in Pertshire zu ermitteln und fanden aus Beobachtungen in den Jahren 1774 bis 1776 unter der Annahme der Dichtigkeit des Berges = 2,5 die Dichtigkeit 4,481, und 5,377 bei einer Annahme = 3; wofür Playfair und Seymour nach genauerer Untersuchung des Berges 4,867 berechneten, ein Resultat, welches sich nach den neuesten Bestimmungen des Volumens der Erde auf 4,71143 reducirt. Carlini fand aus Messungen des einfachen Secundenpendels auf dem Mont-Cenis und den Messungen, welche Biot zu Bordeaux angestellt hatte, 1824 die Dichtigkeit = 4,39, wofür Schmidt nach seinen Berechnungen 4,84 giebt. Ebenso hat Drobisch 1826 aus Pendelbeobachtungen in den Gruben von Dolcoath in Cornwall 5,43 berechnet, und La Place schon früher durch andere scharfsinnige Berechnungen 4,761 erhalten. Aus allen Resultaten folgt, dass das Innere der Erde aus anderen schweren Stoffen bestehen muss als ihre oberste Rinde.

Die Erdrinde kennen wir nur bis zu einer gegen den ganzen Halbmesser der Erde verschwindend kleinen Tiefe. Die grösste relative Tiefe — d. h. Tiefe unter dem Meeresspiegel, während man unter absoluter Tiefe die Tiefe unter der Oberfläche der Erde von dem Punkte versteht, an welchem die Arbeit begonnen ist, — dürfte das Bohrloch bei Neu-Salzwerk in der Nähe von Preussisch Minden sein mit $1873^1/_2$ par. Fuss, bei einer absoluten Tiefe von $2094^1/_2$ Fuss. Die grössten absoluten Tiefen der tiefsten Arbeiten der Menschen überschreiten 2000 Fuss nicht bedeutend und betragen also noch nicht $^1/_{11}$ Meile. Der jetzt unfahrbare Eselsschacht zu Kuttenberg in Böhmen hat wahrscheinlich die grösste absolute Tiefe, nämlich 3545 Fuss.

Die Dicke der Erdrinde dürfte höchstens 5 bis 6 Meilen betragen. Noch ehe man 100 Fuss tief eindringt, ist jede Spur eines Einflusses der äusseren Temperatur verschwunden und es findet sich eine nicht wechselnde, sich gleichbleibende Temperatur. Je tiefer man eindringt, desto mehr nimmt die Wärme zu, allerdings in den verschiedenen Gesteinmassen in verschiedenem Verhältnisse. Die Tiefenzunahme, welche mit einer Temperaturzunahme von 1° C. verbunden ist, hat man die Tiefenstufe genannt, und im Allgemeinen kann man diese mit A. v. Humboldt zu 92 par. Fuss annehmen, wiewohl sie an manchen Stellen, z. B. bei Stauffen in Würtemberg in einem Bohrloche nur 34 Fuss, hingegen im sächsischen Erzgebirge nach Reich $128^1/_2$ Fuss beträgt.

Legt man 92 par. Fuss zu Grunde, so würde bereits in einer Tiefe von $5^1/_5$ geogr. Meilen eine Hitze von 1300° C. sein, welche ausreichend ist den Granit zu schmelzen. Muncke nimmt die Tiefenstufe zu 100, G. Bischof zu 97,5 par. Fuss an. Für die Temperaturzunahme mit der Tiefe unter der Erdoberfläche stimmen ferner überein die Temperaturen der warmen Quellen, und die in tiefen Landseen und in der Tiefe des Meeres gefundenen Resultate. Bei Landseen hat man selbst bei Tiefen über 300 Fuss im Sommer noch gegen 5° C. gefunden. Wenn auch im Winter das bis zum Punkte der grössten Dichtigkeit abgekühlte Wasser (s. Art. Ausdehnung der Körper durch die Wärme) niedersinken musste, so hätte doch im Sommer in solchen Tiefen die Temperatur nicht bis über diesen Punkt (4,108° C.) sich erheben können, wenn nicht noch von anders woher als von oben eine Wärmemittheilung stattgefunden hätte. Bei dem Meere sollte man, da das Meerwasser keinen Punkt grösserer Dichtigkeit hat, wie das süsse Wasser, wenigstens in höheren Breiten in der Tiefe eine dem Gefrierpunkte des Meerwassers entsprechende Temperatur von — 4° C. erwarten; die Beobachtungen ergeben aber eine höhere Temperatur und somit wird man berechtigt sein, auch hieraus auf eine von dem Boden herkommende Wärme zu schliessen.

Weisen uns die eben angeführten Resultate hin auf eine im Innern der Erde vorhandene Wärmequelle, so stellen dies die Vulkane ausser allen Zweifel. Das Erdinnere ist feurigflüssig. Die ganze Erde muss in einem Zeitpunkte in einem solchen Zustande sich befunden haben und hat durch Abkühlung im Weltenraume eine feste Rinde erhalten. Schon ehe die feste Rinde sich bildete, war die Erde in Rotation; denn schon zu der Zeit muss sie die abgeplattete Gestalt erhalten haben. Und seit der Entstehung der festen Rinde kann die Erdaxe in ihrer Lage keine Veränderung erlitten haben; denn die Abplattung muss stets an den Endpunkten der Erdaxe eintreten. Woher die Erde ihre Wärme ursprünglich erhalten habe, das ist ein Gegenstand der geologischen Speculation. In physikalischer Hinsicht verdient nur noch das hier Berücksichtigung, was Fourier über die Wärmeabnahme der Erde in der Jetztzeit gefunden hat. Nach demselben schreitet diese Wärmeabnahme gegenwärtig so langsam fort, dass sie in 30000 Jahren noch nicht um die Hälfte der mittleren Wärme abnehmen kann und die Verminderung daher seit der Schule von Alexandrien bis jetzt noch nicht $^1/_{300}$ Grad C. beträgt. Dies Resultat hat La Place bestätigt. Da nämlich das Volumen eines Körpers durch seine Temperatur bedingt wird, so müsste auch bei der Erde eine Temperaturveränderung eine Veränderung des Volumens zur Folge haben. Die nothwendige Folge von dieser wäre aber wieder eine Veränderung der Axendrehung. Nach La Place's Berechnung würde eine Verminderung der mittleren Erdwärme um 1° C. eine Verminderung der Rotation von zwei Centesimalsecunden

bewirken. Es ist aber bewiesen, dass die Erde seit Hipparch (um 150 v. Chr.) ihre Rotation noch nicht um $^1/_{100}$ Secunde verändert hat; also, schliesst La Place, kann sich auch nicht das Volumen, also auch nicht die mittlere Erdwärme verändert haben. Diesen Beweis stützt Gay-Lussac noch durch andere Belege, hergenommen aus dem Gedeihen verschiedener Culturgewächse in einigen Erdstrichen, z. B. der Dattelpalme und des Weinstocks. Da nämlich Palästina schon zu Moses Zeiten Datteln und Trauben hervorbrachte, wozu eine mittlere Temperatur von 21 bis 22 Grad gehört, und heute beide auch noch da gebaut werden, so kann sich seit 3300 Jahren das Klima von Palästina nicht merklich geändert haben. Die nördliche Grenze des Oelbaums fällt heute noch dahin, wo sie zu Strabo's Zeit war etc.

Um die Abkühlungszeit der Erde einigermassen festzustellen, hat G. Bischof eine Reihe von Versuchen mit Basaltkugeln angestellt. Wäre die Wärmeleitungsfähigkeit der Erde dieselbe wie bei dem Basalte, so hätte dieselbe zu einer Abnahme von 288° C. bis 0,013° C. über die Temperatur des Weltenraumes 353 Millionen Jahre nöthig gehabt. Arago nahm die Zusammenziehung der ganzen Erdmasse beim Erkalten so gross wie beim Glase an und kam zu dem Resultate, dass zu einer Abnahme um 1° R. 344828 Jahre erforderlich sein würden.

Ueber andere physikalische Verhältnisse der Erde handeln besondere Artikel, z. B. über die Temperatur der Atmosphäre und der Erdoberfläche die Art. Erdwärme, Isothermen und Klima, über die magnetischen Erscheinungen Art. Magnetismus der Erde.

Erderschütterung, s. Art. Erdbeben.

Erdferne, Apogäum, und **Erdnähe**, Perigäum, heissen der fernste und der nächste Punkt, in welchem der Mond auf seiner Bahn um die Erde sich befindet. Dasselbe gilt auch ausserdem für die anderen Himmelskörper, welche der Erde merklich näher und ferner zu stehen kommen, also für die Planeten.

Erdfernrohr, s. Art. Fernrohr.

Erdkern, **Erdkugel**, **Erdkruste**, s. Art. Erde.

Erdmagnetismus, s. Art. Magnetismus der Erde.

Erdnähe, s. Art. Erdferne.

Erdpole, die Endpunkte der Erdaxe.

Erdrinde oder Erdkruste, s. Art. Erde.

Erdschein bedeutet das Leuchten der von der Sonne beschienenen Erde, sowie der Mondschein das Leuchten des von der Sonne beschienenen Mondes. Von dem Erdscheine rührt der aschfarbige Schimmer des nicht von der Sonne beschienenen, der Erde zugekehrten Theiles des

Mondes her, wenn dieser der Conjunction sehr nahe ist und nur als ganz schmale Sichel erscheint.

Erdstrom nennt man den electrischen Strom, welcher die Erde in der Richtung von Osten nach Westen oder genauer senkrecht auf den magnetischen Meridian umkreist (vergl. Art. Electrodynamik. A.).

Erdthermometer oder Geothermometer ist ein zur Ermittelung der Temperatur in grossen Tiefen der Erde bestimmtes Thermometer. Magnus benutzte hierzu ein wie gewöhnlich construirtes Thermometer mit ziemlich grossem Quecksilberbehälter, so dass jeder Grad gegen 1/2 Zoll lang war, zog es oben in eine haarfeine seitlich gerichtete Spitze aus und liess diese offen. Das Instrument wurde mit einem anderen Thermometer übereinstimmend getheilt, und wenn nun beim Experimente ein Theil des Quecksilbers herausgeflossen war, so liess sich die höchste dabei eingetretene Temperatur dadurch bestimmen, dass man das Instrument mit seinem Normalthermometer in eine Temperatur brachte, bei welcher das Quecksilber die Röhre noch nicht ganz füllte, z. B. in frisches Brunnenwasser. Kennt man die Temperatur, bei welcher das Instrument gerade bis zur Spitze gefüllt ist, z. B. t^0, und war die höchste Temperatur, welche ein Ausfliessen bewirkte, x, so steht dann das Quecksilber in dem Instrumente gerade soviel Grade unter t, als es dort über t gestanden hätte. Diese Differenz giebt die gleichzeitige Beobachtung beider Thermometer, und ist dieselbe d^0, so ist $x = t + d$.

Erdtrombe oder Sandhose ist eine mit Sand oder anderen losen Erdtheilen gefüllte Wettersäule. Vergl. Art. Wasserhose.

Erdwärme. In dem Artikel Erde ist bei der Ermittelung der Dicke der Erdrinde angegeben, dass jede Spur eines Einflusses der äusseren Temperatur verschwindet, wenn man bis zu einer gewissen Tiefe eindringt, und dass dann die Temperatur bei immer grösserem Eindringen im Allgemeinen mit je 92 par. Fuss um 1° C. steigt. Es ergiebt sich hieraus und aus den dort angeführten Thatsachen, dass die Erde eine innere Wärme besitzt. Die Artikel Meer und Quelle enthalten noch manches ebenfalls dafür Sprechende. — Ueber die Temperatur der obersten Erdschichten oder des Bodens stellt sich zunächst heraus, dass die Temperatur der Oberfläche selbst nach dem Absorptions- und Emissionsvermögen derselben für die Wärmestrahlen sehr verschieden ist. In den afrikanischen Sandwüsten hat man sogar 50 bis 60° C. beobachtet, während mit Pflanzen bedeckter Boden, da die Sonnenstrahlen nicht ungehemmt darauf einwirken können, auch die Pflanzen selbst Wärme verbrauchen, eine viel niedrigere Temperatur zeigt. — In den Schichten unter der Oberfläche der Erde werden die in der Luft sich geltend machenden Temperaturschwankungen um so geringer, je tiefer man eindringt. In Deutschland verschwinden die täglichen Schwankungen bereits bei einer Tiefe von noch nicht 3 Fuss, die monatlichen von 5 und

die jährlichen von 70 bis 80 Fuss. Auf das Letztere hat namentlich die Leitungsfähigkeit des Bodens Einfluss; denn im Trapp verschwinden die Schwankungen bei 58, im Sandsteine bei 97 Fuss Tiefe. In der heissen Zone ist die Temperatur schon bei $1^1/_2$ bis 2 Fuss constant. In den kalten Zonen ist der Boden stets gefroren, wenn die mittlere Jahrestemperatur unter dem Gefrierpunkte liegt, z. B. in Jakutsk, wo man in einer Tiefe von 358 Fuss noch — 0,6° C. gefunden hat. Ueber die Temperatur der Atmosphäre vergl. Art. Isothermen, ausserdem auch Art. Klima.

Erdwinde, s. Art. Göpel.

Erfahrung bedeutet das Zusammenfassen des Bedingenden nnd Bedingten bei einer Naturerscheinung, so dass Beides als zusammengehörig ausgesprochen wird, wie es sich durch Beobachtung herausgestellt hat. Vergl. Art. Beobachten.

Ergänzungsfarben, s. Art. Complementärfarben.

Ergänzungfiguren, Faraday's, s. Art. Klangfiguren am Ende.

Erhebungscircus, }
Erhebungskegel, } s. Art. Vulkan.

Erhebungskrater, s. Art. Krater.

Ericsson'sche Maschine, s. Art. Calorische Maschine.

Eriometer ist der Name eines von Thomas Young angegebenen, aber wenig beachteten Instrumentes zur Messung der Feinheit der Wolle und anderer feiner Substanzen.

Erkalten oder Erkaltung, s. Art. Abkühlung.

Erleuchtet nennen wir einen Körper, der das von ihm ausgehende Licht erst von andersher erhalten hat und zwar mit Rücksicht auf die grössere oder geringere Intensität des nun von ihm ausgehenden Lichtes.

Erleuchtung bezeichnet die mehr oder minder starke Aussendung des Lichtes von einem beleuchteten Körper (vergl. Art. Beleuchtet und Erleuchtet). Die Messung der Lichtintensität ist Sache der Photometrie (s. d. Art.).

Erreger, electrischer, s. Art. Electromotoren.

Erscheinung, s. Art. Naturerscheinung.

Erschütterung, electrische, s. Art. Flasche, electrische.

Erschütterung der Erde, s. Art. Erdbeben.

Esse, s. Art. Schornstein und Heizung.

Essenz, s. Art. Quintessenz.

Etesien oder etesische Winde nannten die Alten die in den verschiedenen Jahreszeiten beständigen Winde des Mittelmeeres. Es sind dies nichts als Mussons (vergl. Art. Wind und Musson), nämlich der nach dem Sommersolstitium über das Mittelmeer einbrechende Nordwind.

v. Ettinghausen's Maschine ist eine Inductionsmaschine (s. d. Art.).

Eudiometer, Luftgütemesser, nennt man eine graduirte Glasröhre oder Glasglocke zur Ermittelung des Volumens der einzelnen Luftarten, welche sich in einem Luftgemenge befinden, z. B. bei Messung des Sauerstoffgases in einem bestimmten Volumen atmosphärischer Luft.

Eudiometrie, Luftgütemesskunst, beschäftigt sich mit der quantitativen Bestimmung der Gase in Gasgemengen mittelst des Eudiometers. Mehrere Methoden gründen sich auf die Verwendung von Absorptionsmitteln, andere auf rein chemische Prozesse. Hier erwähnen wir das Wesentlichste des von Volta zuerst ausgeführten und später von Döbereiner und von Bunsen verbesserten Verfahrens. Zur Bestimmung des Sauerstoffgehaltes in der atmosphärischen Luft brachte Volta atmosphärische Luft in die graduirte Röhre, leitete ein Volumen Wasserstoff hinzu, welches grösser war, als zur Verbrennung des in der Luft vorhandenen Sauerstoffs voraussichtlich nöthig schien, und entzündete nun das Gasgemenge — ähnlich wie bei der electrischen Pistole — durch den electrischen Funken. Die Sauerstoffmenge betrug dann den dritten Theil der Verminderung des Gesammtvolumens, weil sich ein Volumen Sauerstoffgas und zwei Volumen Wasserstoffgas hierbei zu Wasser verbunden haben. Es versteht sich von selbst, dass in Betreff der Temperatur und des Barometerstandes die erforderlichen Correctionen ausgeführt werden müssen. Im Allgemeinen enthält die atmosphärische Luft $^1/_5$ an Sauerstoffgas. Bunsen, dessen an demselben Tage ausgeführte Messungen nur um höchstens $^3/_{100}$ Procent unter einander verschieden ausfielen, hat bei Versuchen an 10 verschiedenen Tagen einen Gehalt an Sauerstoff in der Luft gefunden, der zwischen 20,840 und 20,973 Procent schwankte.

Euphon nannte Chladni ein musikalisches Instrument, bei welchem es sich im Wesentlichen darum handelte, durch Streichen gläserner Stäbe mit nassen Fingern nach der Richtung der Länge einen Klang hervorzubringen. Das Instrument war sehr unvollkommen; Chladni hat indessen mit demselben Reisen gemacht und Vorstellungen gegeben.

Eupyrion, guter Feuermacher, wurde als Name für die Schwefelhölzer in Vorschlag gebracht, welche im Anfange des 19. Jahrhunderts zum Feueranmachen in Gebrauch waren. Diese Schwefelhölzer bestanden aus Stäbchen von Fichtenholz, welche an dem einen Ende erst in Schwefel und dann an derselben Spitze in chlorsaures Kali getaucht waren. Beim Befeuchten des chlorsauren Kalis mit Schwefelsäure zersetzt sich dies und entzündet dabei den Schwefel. Das chlorsaure Kali war in einem Breie enthalten, der aus 30 Theilen Schwefelblumen, 4 Theilen Zinnober, 4 Theilen arabischem Gummi, 3 Theilen Traganth, 3 Theilen Kolophonium oder Benzoe in Wasser fein gerieben war und dann 21 Theile fein geriebenes chlorsaures Kali zugesetzt erhalten hatte.

Euraster, s. Art. Notapeliotes.

Eustachische Röhre heisst ein Kanal, welcher aus der Mundhöhle in die Paukenhöhle des Ohres führt (vergl. Art. Ohr).

Eurus und **Vulturnus** hiess bei den Alten der Südostwind.

Evacuationspumpe, s. Art. Luftpumpe.

Evacuiren, s. Art. Exantliren.

Evaporation, Abdampfung, } s. Art. Abdampfung.
Evaporiren, abdampfen, }

Evaporometer, Verdunstungsmesser, s. Art. Atmometer.

Exantliren oder evacuiren bezeichnet das Auspumpen der Luft aus dem Recipienten einer Luftpumpe.

Excentric oder excentrische Scheibe ist eine kreisförmige Scheibe, welche ihren Drehpunkt nicht in dem Centrum hat, so dass bei einer Drehung der grössere Theil der Scheibe in alle Lagen um den Drehpunkt kommt und z. B. eine Stange, welche an einem um die Peripherie der Scheibe gelegten Ringe befestigt ist, bei der Drehung der Scheibe eine hin- und hergehende Bewegung erhält, als ob sie an dem Knopfe einer Kurbel drehbar befestigt wäre. Man benutzt das Excentric vielfach bei der Dampfmaschine, um die Welle nicht durch Anbringung einer Doppelkurbel zu schwächen, z. B. bei der Steuerung (s. Art. Steuerung), ferner bei feinen Waagen zur Arretirung des Waagebalkens etc.

Excessiv bedeutet das gewöhnliche Mass überschreitend, z. B. excessive Kälte oder Hitze. Vergl. Art. Heiterkeit und Klima.

Excitator nennt man den metallischen Schliessungsbogen, durch welchen man zwei galvanische Platten bei armirten Muskeln oder Nerven verbindet (vergl. Armatur), z. B. die Handhaben mit den Schraubendrähten bei Inductionsapparaten.

Exhalation bezeichnet eine Gasausströmung.

Exhaustor, s. Art. Ventilator.

Exosmose oder Endosmose bezeichnet eine eigenthümliche, auf die Porosität sich gründende Erscheinung, deren Wesentliches darin besteht, dass animalische und vegetabilische Häute, ebenso manche vorzugsweise poröse unorganische Körper, z. B. gebrannter, aber nicht glasirter Thon, verschiedenen Flüssigkeiten den Durchgang nicht mit derselben Leichtigkeit gestatten. Trennt man Kupfervitriollösung und Wasser, oder Zuckerlösung und Wasser, oder Weingeist und Wasser, oder Olivenöl und Terpentinöl, oder Olivenöl und Lavendelöl durch eine aufgeweichte Blase von einander, so geht der zweite Körper leichter durch, als der erste. Der Versuch lässt sich am leichtesten in der Weise anstellen, dass man das Rohr von einer Pipette absprengt, die weite Pipettenöffnung mit einer Blase straff überbindet, die eine Flüssigkeit eingiesst und nun das andere Ende durch einen Korkpfropfen luftdicht verschliesst, durch welchen ein längeres Glasrohr luftdicht bis in die Flüssigkeit

reicht. Diesen Apparat hängt man durch drei angebrachte Drähte in ein mit der zweiten Flüssigkeit gefülltes Bierglas. Liegen anfänglich die Niveaus beider Flüssigkeiten in derselben Horizontalen, so tritt bald ein ungleicher Stand ein, bis nach mehreren Tagen die Flüssigkeit auf beiden Seiten der Blase von gleicher Beschaffenheit ist. Es sind hier zwei Ströme vorhanden, ein stärkerer und ein schwächerer. Dutrochet nannte den stärkeren Strom bei lebenden Zellgeweben, wenn derselbe zur Zelle hineinging, Endosmose, d. h. Antrieb nach Innen, und Exosmose, d. h. Antrieb nach Aussen, wenn er aus der Zelle herausging. Da sich die Erscheinung auch bei unorganischen Scheidewänden zeigt, so ist diese nur auf die Zelle bezogene Bezeichnung ausser Gebrauch gekommen und man bezeichnet überhaupt den Ueberschuss des stärkeren Stromes mit Endosmose.

Die Erklärung der Erscheinung ist noch nicht nach allen Seiten hin genügend gelungen. Soviel stellt sich heraus, dass sowohl die Natur des porösen Körpers, als die der Flüssigkeit in jedem einzelnen Falle in Betracht zu ziehen sind. Die erste Beobachtung der Endosmose scheint 1811 Parrot an Wasser und Alkohol gemacht zu haben; ihm folgte 1812 M. W. Fischer mit Wasser und Kupfervitriollösung. Magnus erweiterte diese Beobachtungen 1827. Dutrochet scheint 1826 auf dieselbe Erscheinung aufmerksam geworden zu sein, ohne von seinen Vorgängern gewusst zu haben.

Die Endosmose der Gase bezeichnet man wohl vorzugsweise als Diffusion; es ist aber wohl die Diffusion das Allgemeine und die Endosmose nur ein specieller Fall. Vergl. Art. Diffusion.

Selbst bei ein und derselben Flüssigkeit zeigt sich eine Endosmose unter Einwirkung des electrischen Stromes, also eine Electroendosmose. Bei Anwendung von Wasser tritt ein Steigen auf Seiten der Kathode (s. d. Art.) und ein Sinken auf Seiten der Anode ein. Bei Weingeist ist die Erscheinung noch stärker als bei Wasser, bei Salzlösungen hingegen schwächer. Wiedemann hat gefunden, dass hierbei die von der Anode zur Kathode übergeführte Flüssigkeit der Stromstärke proportinal und um so bedeutender ist, je geringer die electrische Leitungsfähigkeit der Flüssigkeit ist.

Besser dürfte es sein statt Endosmose und Exosmose die Bezeichnung Diosmose einzuführen, wodurch überhaupt ein Antrieb zum Durchgehen bezeichnet wird, ohne dass dabei die Richtung in Betracht kommt.

Expansibel bedeutet Expansibilität besitzend (s. Art. Ausdehnsamkeit).

Expansibilien sind die luftförmigen Körper, weil sie den ihnen dargebotenen Raum stets vollständig erfüllen (vergl. Art. Aggregatsformen und Art. Elasticität).

Expansibilität, Ausdehnsamkeit, s. Art. Ausdehnsamkeit, ist nicht zu verwechseln mit Ausdehnbarkeit oder Extensibilität (s. d. Art.).

Expansion, Ausdehnung, ist die der Expansibilität gemässe Grösse der Ausdehnung luftförmiger Körper. Es ist dieselbe abhängig von der jedesmaligen Temperatur und dem Drucke, unter welchem der Körper steht. Wegen des Einflusses der Wärme vergl. Art. Ausdehnung der Körper durch die Wärme. C. Ueber das Verhalten der permanenten und coercibeln Luftarten hierbei vergl. Art. Dampf und Gas. Handelt es sich darum, die Grösse des Volumens einer permanenten Luftart unter einem bestimmten Drucke und bei einer bestimmten Temperatur zu ermitteln, wenn das Volumen derselben bei einem bekannten Drucke und einer bekannten Temperatur gegeben ist, so legt man im Allgemeinen den Ausdehnungscoefficienten der atmosphärischen Luft 0,00365 für 1 ° C. zu Grunde und erhält mit Benutzung des Mariotte'schen Gesetzes dann

$$v_t = \frac{V_T P}{p} \cdot \frac{1 + 0{,}00365\, t}{1 + 0{,}00365\, T}$$

oder mit Vernachlässigung der höheren Potenzen:

$$v_t = \frac{V_T T}{p} \left[1 + 0{,}00365\,(t - T)\right],$$

wo V_T das bei der Temperatur T und unter dem Drucke P gegebene Volumen und v_t das bei der Temperatur t und unter dem Drucke p gesuchte ist.

In Betreff der Stärke des Druckes, welcher bei der Expansion sich geltend macht, vergl. Art. Gas.

Expansions-Dampfmaschinen nennt man diejenigen Dampfmaschinen, bei welchen das Eintreten des Dampfes oberhalb oder unterhalb des Kolbens (s. Art. Dampfmaschine) nicht während des ganzen Kolbenganges, von einem Ende des Cylinders bis zum andern, stattfindet, sondern bei denen schon, ehe der Kolben das Ende seines Weges erreicht hat, das Ventil abgesperrt wird, so dass der alsdann im Cylinder befindliche Dampf nur vermöge der ihm beiwohnenden Expansivkraft den Kolben noch vorwärts treibt. Lässt man den Dampf in den Cylinder einströmen, bis der Kolben am Ende seines Weges ankommt, wo er nun umkehren soll, so würde die Bewegung bis dahin eine beschleunigte sein und der Kolben müsste, falls kein Schwungrad angebracht wäre, heftige Stösse ausüben; lässt man hingegen den Dampf mit Expansion wirken, d. h. sperrt man ihn schon vorher ab, wenn z. B. der Kolben erst die Hälfte oder ein Drittel seines Weges zurückgelegt hat, so wird der Kolben sich wegen der Reibung an der Cylinderwand mit sich immermehr vermindernder Geschwindigkeit dem Cylinderende

nähern und ohne zu stossen daselbst anlangen. Um diese Absperrung zu erzielen, muss der Canal, welcher den Dampf in den Cylinder führt, früher geschlossen werden, als es bei der allgemeinen Beschreibung des Vorganges in der Dampfmaschine im Art. Dampfmaschine angegeben ist. Die hierzu nöthigen Einrichtungen sind je nach der sonstigen Construction der Dampfmaschine verschieden, und verweisen wir wegen des Nähern auf die im Art. Dampfkessel angeführte Schrift: Die Dampfmaschine etc., namentlich auf die einfach wirkende Cornwallmaschine S. 110, die doppeltwirkende Dampfmaschine mit Condensation und Expansion S. 134 und namentlich auf die doppeltwirkende Dampfmaschine ohne Condensation mit Expansion S. 147 ff., indem an dieser Stelle die feste und die variable Expansion näher erläutert sind.

Expansionsexcentric heisst das Excentric (s. d. Art.), mit dessen Hilfe die Stellung der Ventile bei den mit Expansion wirkenden Dampfmaschinen (s. Art. Expansions-Dampfmaschine) zu Stande gebracht wird. Es ist hier die Excentricscheibe nicht kreisrund, sondern, um die erforderlichen Sprünge der Ventile zu veranlassen, aus vier Bogenstücken gebildet, die auf geeignete Weise durch Curven verbunden sind, so dass eine unrunde Scheibe entsteht.

Expansivkraft, Abstossungskraft, s. Art. Aggregatsformen.

Expansivkraft, specifische, s. Art. Gas.

Experiment, Versuch, ist ein Verfahren, durch welches absichtlich eine Naturerscheinung herbeigeführt werden soll. Das Experimentiren ist besonders wichtig für das Auffinden der Bestimmungsstücke einer Naturerscheinung, weil durch Abändern der Verhältnisse das Wesentliche und Unwesentliche sich um so leichter herausstellt. Deshalb hat man wohl auch ein Experiment eine Frage an die Natur genannt. Vergl. Art. Beobachten.

Explosion ist eine heftige, mit gewaltigen Nebenerscheinungen verbundene Detonation. Vergl. Art. Detonation und Kesselexplosion.

Extensibilität, s. Art. Ausdehnbarkeit.

Extinction des Quecksilbers, s. Art. Quecksilber.

Extinctionscoefficient, s. Art. Lichtschwächungscoefficient oder Absorption. B.

Extractionspresse ist eine Presse, durch welche mittelst einer Flüssigkeit in gewissen Körpern enthaltene Stoffe ausgezogen werden, z. B. Kaffeeextract hergestellt wird. Es gehört dahin die Real'sche oder hydrostatische Presse (s. Art. Presse).

Extracurrent } oder Gegenstrom ist ein electrischer Strom,
Extrastrom } den ein Schliessungsdraht in sich selbst inducirt. Wird ein Schliessungsdraht in neben einander verlaufenden Windungen geführt, so wird in demselben bei Unterbrechung des Stromes ein mit dem ursprünglichen Strome gleich gerichteter inducirt, so dass dadurch die Wirkung verstärkt wird (vergl. Art. Induction, electrische. E.).

F.

Faden, eine Länge von 6 preuss. Fuss; beim Seewesen gebräuchlich. Die Länge ist bei den verschiedenen Nationen verschieden: 6 engl. Fuss, 5 par. Fuss, 6 castilianische Fuss etc.

Fadenkreuze bestehen aus zwei oder auch nach Bedürfniss aus mehreren Fäden von Spinnencocons oder aus sehr dünnen Metalldrähten, welche über einen Ring gespannt sind, so dass sich bei zwei Fäden diese in der Mitte des Ringes rechtwinkelig kreuzen. Mehrere Fäden bilden ein sogenanntes Fadennetz. Die Fadenkreuze bringt man bei den Fernröhren und Mikroskopen in dem Brennpunkte des Oculars an, um den Mittelpunkt und die Lage zweier senkrecht auf einander stehender Durchmesser des Gesichtsfeldes anzugeben. Dadurch gewinnt man einen zu genauen Messungen nöthigen Anhalt. Erfinder des Fadennetzes soll Montanari sein; gewöhnlich wird aber Cornelius Malvasia aus Bologna angegeben.

Fadenmikrometer nennt man im Gegensatze zu den Flächenmikrometern und dioptrischen Mikrometern diejenigen, welche in Fadenkreuzen oder Fadennetzen bestehen. Näheres im Art. Mikrometer. I.

Fadennetz, s. Art. Fadenkreuz.

Fagott, das, ist ein musikalisches Blasinstrument, dessen Töne dem Tenor oder Bariton nahe kommen. Es ist aus Holz gefertigt und besteht aus zwei neben einander fortlaufenden Röhren, die unten am Ende zusammentreffen und aus vier einzelnen Stücken zusammengesetzt sind. Das Mundstück, das sogenannte Rohr, wird aus zwei Rohrblättchen gebildet, die vorn in zwei schwach gewölbte breite Platten auslaufen und unten in eine kleine messingene Röhre zusammengefügt sind, und wird an eine dünne gebogene messingene Röhre gesteckt, welche dem einen Stücke eingefügt ist. Nahe verwandt dem Fagott ist das die Discantstimme vertretende Oboe.

Fahrloch oder Mannloch nennt man an den Dampfkesseln eine runde oder elliptische, durch eine eiserne Platte luftdicht verschlossene Oeffnung, die so gross ist, dass eine Person durch dieselbe in den Kessel einsteigen kann, um ihn zu reinigen.

Fahrenheit'sche Scala nennt man die namentlich in England gebräuchliche Thermometereintheilung, bei welcher am Eisschmelzpunkte 32 und am Siedepunkte des Wassers 212 steht. Vergl. Art. Thermometer.

Fahrräder oder Tragräder nennt man bei den Locomotiven die kleineren Räder, welche nicht, wie die Treibräder, durch die Kolbenstange bewegt werden.

Fall der Körper. Jeder Körper besitzt Schwerkraft, d. h. er zeigt nicht nur als Ganzes, sondern auch in jedem Massentheilchen das Bestreben, sich in gerader Linie nach dem Mittelpunkte der Erde hin zu bewegen. Wird ein Körper nicht verhindert, diesem Bestreben zu folgen, was dadurch geschehen könnte, dass er auf einer Unterlage ruht oder irgendwo aufgehängt ist, so bewegt er sich und sucht wenigstens dem Mittelpunkte der Erde möglichst nahe zu kommen. Diese Bewegung nennt man das Fallen oder den Fall der Körper. Ist es dem fallenden Körper gestattet, in gerader Linie auf den Mittelpunkt der Erde los sich zu bewegen, also in der Falllinie (s. d. Art.) zu fallen, so nennt man den Fall frei; wird er aber durch irgendwelche Mittel gezwungen, beim Fallen von der Falllinie abzuweichen, so sagt man, es finde ein Fallen oder ein Fall auf vorgeschriebenem Wege statt.

A. Freier Fall. Da — wie die Erfahrung lehrt — die Schwerkraft continuirlich wirkt, so wird ein sich selbst überlassener Körper — abgesehen von allen Hindernissen, die seiner Bewegung entgegenstehen könnten — eine beschleunigte oder verzögerte Bewegung annehmen, je nachdem seine Bewegungsrichtung mit derjenigen der Schwerkraft übereinstimmt oder ihr entgegengesetzt ist. An demselben Orte können wir in nicht zu bedeutend verschiedenen Höhen die Schwerkraft als von gleicher Stärke annehmen; ausserdem wissen wir, dass sie unabhängig von der Masse eines Körpers ist und jedem Massentheilchen mit derselben Stärke beiwohnt (vergl. Art. Schwerkraft); mithin erhalten wir hier folgende Erscheinungen:

1) Ist ein Körper noch nicht in Bewegung und wird er der Einwirkung der Schwerkraft überlassen, so fällt er vertical nach den im Art. Bewegungslehre. II. angegebenen Gesetzen der gleichförmig beschleunigten Bewegung.

2) Hat ein Körper bereits in dem Augenblicke, in welchem die Schwerkraft ungehindert auf ihn zu wirken beginnt — etwa durch einen Stoss — eine gewisse Geschwindigkeit in der Richtung der Schwerkraft, so gelten die im Art. Bewegungslehre. II. 10 aufgestellten Gesetze.

3) Hat ein Körper ebenso bereits eine gewisse Geschwindigkeit entgegengesetzt der Richtung der Schwerkraft, so wird die Bewegung eine gleichförmig verzögerte nach den im Art. Bewegungslehre. III. angegebenen Gesetzen.

Um die hier unter verschiedenen Bedingungen eintretenden Erfolge genau bestimmen zu können, ist es nothwendig, die Acceleration (s. d. Art.) — im Mittel $31^1/_4$ preuss. Fuss — zu ermitteln, die man allgemein mit g bezeichnet. Hierzu bietet die im Art. Bewegungslehre. II. 6 gefundene Formel $\gamma = \frac{2\,S}{T^2}$ den erforderlichen Anhalt. Riccioli und Grimaldi machten derartige Fallversuche auf dem Thurme *degli Asinelli* in Bologna, Benzenberg 1801 und 1802, allerdings eigentlich in der Absicht die Rotation der Erde (s. Art. Erde) nachzuweisen, in dem Michaelisthurme zu Hamburg und Reich 1832 in einem Schachte bei Freiberg in Sachsen. Ausserdem kann und hat man die Bewegung auf der schiefen Ebene zur Bestimmung der Acceleration durch die Schwerkraft beim Falle benutzt, denn ist die Acceleration auf der schiefen Ebene $g_{\prime}$, so ergiebt sich (Art. Ebene, geneigte) $g_{\prime} = g \sin \alpha$ und also, wenn man $g_{\prime}$ ermittelt hat, $g = \frac{g_{\prime}}{\sin \alpha}$. Diesen Weg hat namentlich Galilei eingeschlagen. Ferner kann man g durch die Atwood'sche Fallmaschine (s. Art. Fallmaschine) finden und am genausten mittelst des Pendels (s. Art. Pendel). Der mittlere Werth für den Weg in der ersten Secunde beim freien Falle ist: 4,905 Meter = 15,09176 par. Fuss = 16,08596 engl. F. = 15,515 wiener F. = 15,625 preuss. F., also g = 9,81 Meter = 30,18352 par. F. = 32,17192 engl. F. = 31,03 wiener F. = 31,25 preuss. F. Unter dem Aequator ist g ungefähr um $^1/_{200}$ kleiner als am Pole. Ueberhaupt ist in der Breite β, wenn g_α die Acceleration unter dem Aequator bedeutet, die Acceleration durch die Schwerkraft

$$g_\beta = g_\alpha\,(1 + 0{,}0051974\,\sin^2\beta).$$

Der Werth von g_α ist 30,1054 par. F.

4) Da die Grösse der bewegenden Kraft eines Körpers mit der Geschwindigkeit wächst (s. Art. Kraft u. Bewegungsgrösse), so steht die bewegende Kraft eines fallenden Körpers (seine Gewalt) im Verhältnisse mit den erlangten Endgeschwindigkeiten oder (s. Art. Bewegungslehre. II. 5) mit den Quadratwurzeln der durchfallenen Höhen. Fallen zwei schwere Massen von verschiedenen Höhen und verhalten sich die Endgeschwindigkeiten umgekehrt wie die Massen, so sind folglich die bewegenden Kräfte gleich.

Die Gesetze des freien Falles haben durch Galilei ihre Begründung erhalten. Dass dieselben auf den Fall in der Luft nicht ohne Weiteres Anwendung finden können, versteht sich wegen des Widerstandes, welchen die Luft entgegensetzt, von selbst; aber ebenso bestätigen dieselben die Fallversuche im leeren Raume.

B. Fall auf vorgeschriebenem Wege.

1) Fall auf der schiefen Ebene, s. Art. Ebene, geneigte. A.

2) Fall in einem Kreisbogen, s. Art. Pendel. A.

3) Fall in der Cycloide (s. d. Art.). Wegen der Eigenthümlichkeiten, welche sich beim Falle eines materiellen Punktes in einer solchen Linie ergeben haben, enthält das Wesentlichste Art. Cycloidenpendel und Pendel. D.

Fallgesetze nennt man die beim freien Falle und beim Falle auf vorgeschriebenem Wege geltenden Gesetze (vergl. Art. Fall).

Falllinie nennt man eine verticale Linie, welche durch den Schwerpunkt eines Körpers geht. Der Weg eines fallenden Körpers liegt in der Falllinie, und soll ein Körper nicht fallen, so muss die Falllinie auf einen mit dem Körper in fester Verbindung stehenden Punkt treffen oder in die Fläche, welche man durch geradlinige Verbindung der unterstützten oder zur Aufhängung des Körpers benutzten Punkte erhält.

Fallmaschine nennt man eine Maschine zur Prüfung der Fallgesetze innerhalb eines kleinen Raumes. Soll das Fallen eines Körpers während nur weniger Secunden direct geprüft werden, so gehört schon hierzu eine nicht unbedeutende Höhe, da der Körper in der ersten Secunde bereits durch mehr denn 15 Fuss fällt, in den beiden ersten Secunden durch mehr als 60 Fuss etc. Deshalb bediente sich Galilei bereits der schiefen Ebene, weil auf dieser die Acceleration geringer ist. Eine sehr geeignete Maschine ist von Atwood construirt. Dieselbe besteht in ihrer einfachsten Gestalt aus einer Rolle, über welche eine mit Gegengewichten beschwerte Schnur geht. Ist die Maschine vorzüglich gearbeitet, d. h. geht die Axe der Rolle genau durch den Schwerpunkt derselben, läuft dieselbe auf Frictionsrollen, um die Reibung möglichst gering zu machen, und steht überdies ein genaues Secundenpendel zu Gebote, so lässt sich für gegebene Gewichte, von denen jedes $= P$ sein mag, und ein kleines Uebergewicht p auf dem einen der Fallraum $^1/_2\gamma$ an der Maschine während der ersten Secunde berechnen, wenn für den Beobachtungsort g (die Acceleration beim freien Falle, s. Art. Fall) bekannt ist. Man erhält dann

$$^1/_2\gamma = {}^1/_2 \frac{pg}{2P+p}.$$

Ebenso lässt sich das Uebergewicht p bestimmen, wenn man einen gewissen Fallraum $^1/_2\gamma$ in der ersten Secunde an der Maschine haben will, nämlich

$$p = \frac{2P\gamma}{g-\gamma}.$$

Besonders hervorzuheben ist indessen, dass sich mittelst der Maschine auch die Acceleration beim freien Falle ermitteln lässt, indem sich ergiebt

$$g = \frac{(2P + p)\gamma}{p}.$$

Wo keine so genaue Fallmaschine zu Gebote steht, kann man wenigstens die Fallgesetze prüfen. Das Gestell, welches die Rolle trägt, ist 6 bis 7 Fuss hoch und hat an der Seite, auf welcher das Gewicht fällt, einen eingetheilten Massstab. Legt man nun über die Rolle einen feinen Seidenfaden, an dessen beiden Enden genau gleiche Gewichte hängen, und fügt zu dem einen Gewichte noch ein kleines Uebergewicht hinzu; so bekommt dies Gewicht das Uebergewicht und fällt, aber, da es gleichzeitig das andere Gewicht in die Höhe ziehen muss, mit um so geringerer Acceleration, je kleiner das die Bewegung veranlassende Uebergewicht im Verhältniss zu der Summe der beiden Gewichte ist. Die hierbei eintretende Bewegung muss eine gleichförmig beschleunigte sein, weil dieselbe Kraft, nämlich das Uebergewicht, zur Bewegung continuirlich antreibt. Befestigt man nun an dem Massstabe eine Platte und zählt die Zeittheile, welche bis zum Aufschlagen des fallenden Gewichtes auf diese vergehen, so kann man berechnen, durch welchen Weg das Gewicht in dem ersten Zeittheile gefallen sein muss; denn nach den Gesetzen der gleichförmig beschleunigten Bewegung ist der Weg in dem ersten Zeittheile

$$= \frac{S}{T^2},$$

d. h. gleich dem von Anfang an durchlaufenen Wege dividirt durch das Quadrat der darauf verwendeten Zeit. Es seien z. B. in 6 Zeittheilen 72 Zoll durchfallen, so kommen auf den ersten Zeittheil 2 Zoll. Da nun die von Anfang an gerechneten Wege sich wie die Quadrate der Zeiten verhalten, so würden in den beiden ersten Zeittheilen 8 Zoll durchfallen sein, in den 3 ersten 18 Zoll, in den 4 ersten 32, in den 5 ersten 50. Stellt man hierauf die Platte auf 8, oder 18, oder 32, oder 50 Zoll; so wird das Gewicht bei dem 2., oder 3., oder 4. oder 5. Zeittheile aufschlagen, und die Uebereinstimmung ist dann ein experimenteller Beweis für die Richtigkeit der Gesetze der gleichförmig beschleunigten Bewegung. Um die Zeit zu messen, ist gewöhnlich an dem Gestelle ein Pendel angebracht, welches nach Art der Tactmesser bei jeder Pendelschwingung einen Schlag hören lässt, und durch Probiren kann man bald eine Stelle ermitteln, bei welcher das fallende Gewicht mit einem Pendelschlage auf der verschiebbaren Platte auftrifft. — Auch die erlangte Endgeschwindigkeit kann man der Prüfung unterwerfen. Diese müsste in obigem Beispiele z. B. bei dem 4. Pendelschlage 16 sein, da sie am Ende des ersten 4 Zoll betragen muss. Sorgt man daher dafür, dass bei dem 4. Pendelschlage das Uebergewicht liegen bleibt, so wird das Gewicht in der Zeit bis zum 5. Pendelschlage noch 16 Zoll in Folge des Beharrungsvermögens weiter gehen und daher das Gewicht bei dem 5. Pendelschlage auf der bei 48

Zoll angebrachten Platte aufschlagen, während dies bei aufliegendem Uebergewichte erst bei 50 Zoll geschehen sein würde.

Fallraum oder Fallweg ist der von einem fallenden Körper zurückgelegte Weg oder Raum.

Fallröhre nennt man eine lange Glasröhre, in welcher man die Luft verdünnen kann, um das gleichschnelle Fallen verschiedenartiger Körper im luftleeren Raume zu veranschaulichen.

Fallschirm ist eine leichte schirmförmige Vorrichtung, welche dazu dient, einen aus grösserer Höhe herabfallenden Gegenstand vor Beschädigung durch heftiges Auffallen auf den Boden zu schützen. Den Luftschiffern ist der Fallschirm ein unentbehrliches Sicherheitsmittel. Die Form des in diesem Falle gebräuchlichen Schirmes ist die eines flachen Kegels, welchem die Grundfläche fehlt, ähnlich einem ausgespannten Regenschirme. Die Spitze ist nach oben gekehrt und im Rande sind Stricke befestigt, welche unter dem Schirme zusammengehen und dort die Person oder den Gegenstand tragen, welcher fallen soll. Um einen Menschen zu tragen, muss der Durchmesser wenigstens 14 Fuss betragen. Anfangs ist der Fall sehr schnell; doch entfaltet sich der Schirm bald ganz von selbst durch den Widerstand der Luft und sinkt dann, da der Widerstand mit dem Quadrate der Geschwindigkeit wächst, immer langsamer, so dass die Bewegung endlich mit einer gewissen gleichförmigen Geschwindigkeit weiter geht. Le Normand, Professor zu Montpellier, hat zuerst 1783 mit einem Fallschirme wissenschaftliche Versuche angestellt. Der Fallschirm findet auch Anwendung bei den Leuchtkugelraketen und ausserdem bieten die Früchte, die Nüsschen, vieler syngenesistischen Pflanzen eine Fallschirmbildung, durch welche ihre Verbreitung wesentlich befördert wird, z. B. *Taraxacum* (Löwenzahn), *Tragopogon* (Bocksbart). Vergl. Art. Luftwiderstand.

Fallweg, s. Art. Fallraum.

Fallversuche nennt man sowohl die Versuche zum experimentellen Nachweise der Richtigkeit der Fallgesetze, wie sie z. B. mit der Fallmaschine angestellt werden, und wie sie Galilei auf einer schiefen Ebene, d. h. auf einer in einem langen Balken angebrachten und mit Pergament gefütterten Rinne, ausführte, als auch die Versuche zur Ermittelung der beim freien Falle geltenden Acceleration durch directes Fallenlassen specifisch schwerer Körper von bedeutenden Höhen, wie in Art. Fall. A. 3. angeführt ist. Auch gehören hierher die Versuche, welche Benzenberg und später Reich angestellt haben, um die Rotation der Erde nachzuweisen.

Fallzeit ist die Zeit, welche ein fallender Körper braucht, um einen gewissen Weg zurückzulegen.

Falschsehen (*Pseudoblepsis*) besteht darin, dass man nicht wirklich existirende Gegenstände sieht, was durch einen krankhaften Nervenzustand bei den sogenannten Hallucinationen eintritt, oder dass man

wirklich existirende Gegenstände anders wahrnimmt als sie sind, was durch ein falsches Urtheil gewöhnlich veranlasst wird. So erscheinen uns im Nebel z. B. die Gegenstände meistens grösser als sie in Wirklichkeit sind, weil wir sie ihrer Undeutlichkeit wegen in die Entfernung versetzen, wo sie bei klarem Wetter ebenso undeutlich erscheinen würden.

Falsettöne oder Fisteltöne sind Töne, welche durch das Stimmorgan (s. Art. Stimme) hervorgebracht werden, wenn nur die feinen Ränder der Stimmbänder schwingen, während bei den Brusttönen die ganzen Stimmbänder Schwingungen machen. Die Höhe der Falsettöne hängt von der Spannung der ganzen Stimmbänder ab.

Faltenkranz, Strahlenkranz oder Strahlenkörper ist das *corpus ciliare* im Auge (s. Art. Auge).

Faraday's Ergänzungsfiguren, s. Art. Klangfiguren am Ende.

Faradisation nennt man die Methode, welche man bei Anwendung der Inductionselectricität in der Medicin befolgt.

Farbe nennt man eine gewisse Empfindung, welche Lichtstrahlen je nach der ihnen zukommenden Wellenlänge in unserem Auge hervorbringen. Lässt man nämlich ein rundes Bündel weisser Sonnenstrahlen durch ein Prisma gehen, so tritt nicht nur eine Brechung ein, sondern das vorher runde Bild erscheint nun zwar noch von derselben Breite, aber lang und farbig, wobei die langen Seiten geradlinig, die schmalen in Kreisbogen begrenzt sind. Unter den Farben, welche hierbei auftreten, unterscheidet man vorzugsweise roth, orange, gelb, grün, blau und violett, und zwar in der angegebenen Reihe so liegend, dass das rothe Ende von der ursprünglichen Stelle (s. Art. Brechung. A.) am wenigsten, das violette am weitesten abliegt. Das entstandene Farbenbild nennt man das Spectrum, die Ausbreitung des weissen Lichtes bei der Brechung in farbiges die Farbenzerstreuung oder Dispersion, und die Farben des Spectrums selbst wohl auch die Regenbogenfarben oder die prismatischen Farben. — Vereinigt man die Farben des Spectrums wieder, so entsteht da, wo alle Farben zusammen fallen, Weiss. — Wir sehen also, dass das weisse Sonnenlicht in die verschiedenen Farben zerlegt werden kann, und dass diese Farben wieder zu Weiss sich vereinigen lassen. Wir müssen daher schliessen, dass das weisse Sonnenlicht aus unzählig vielen farbigen Strahlen zusammengesetzt ist (denn die oben aufgezählten Farben sind nur die hervorstechendsten), und dass die rothen Strahlen die kleinste, die violetten die grösste Brechbarkeit besitzen.

Die Versuche stellt man entweder in einem verdunkelten Zimmer an, in welches man durch eine kleine runde Oeffnung Sonnenstrahlen eintreten lässt, die man erst direct und hierauf, nachdem sie durch ein Prisma gegangen sind, auf einem weissen Schirme auffängt, oder man

bedient sich einer schwarzen Pappscheibe, auf welche man kleine Kreise von weissem Papier aufklebt, die hierauf durch ein Prisma betrachtet werden. Im ersten Falle hält man das Prisma mit der brechenden Kante am zweckmässigsten vertical, weil bei horizontaler Lage das nach oben oder unten verschobene Bild mit dem Schirme nicht bequem aufgefangen werden kann. — Fängt man das Spectrum mit dem Schirme in verschiedenen Entfernungen auf, so nimmt dasselbe an Breite und Länge mit der Entfernung ab und zu und bleibt so lange farbig, als seine Länge noch das Doppelte der Breite übertrifft. Steht der Schirm sehr nahe an dem Prisma, so wird die Mitte des Spectrums weiss. — Lässt man die durch das Prisma gegangenen Strahlen durch ein grosses Convexglas gehen oder von einem Hohlspiegel reflectiren, so zeigt sich die Mitte der hierdurch concentrirten farbigen Strahlen weiss, wenn man sie auf einem Schirme auffängt. — Macht man den Versuch mit der Pappscheibe, so ändert sich mit der Entfernung nur die Länge, nicht aber die Breite des Spectrums. Beträgt die Länge des Spectrums noch nicht das Doppelte der Breite, so erscheint dasselbe in der Mitte weiss und um so mehr, je mehr die Länge gegen die Breite abnimmt, so dass nicht nur Grün verschwindet, sondern bei geringer Entfernung sogar blos ein rother und violetter Saum übrig bleibt. — Setzt man das Prisma, dessen Spectrum im dunklen Zimmer auf einen Schirm fällt, in schnelle Oscillationen, wie es zuerst von v. Münchow ausgeführt worden ist, so erhält man ebenfalls ein in der Mitte weisses Bild. — Hält man vor die Oeffnung im dunkeln Zimmer ein monochromatisches (einfarbiges) Glas — s. Art. Dichroismus — oder schiebt man ein solches vor das Prisma, durch welches man einen weissen Kreis auf schwarzem Grunde betrachtet, so erscheint ein der Gestalt nach unverändertes Bild der Oeffnung oder des Kreises in der angewandten Farbe und an der Stelle, wo diese Farbe im vollen Spectrum liegen würde. Ebenso ist es bei dichromatischen Körpern mit den beiden betreffenden Farben.

Das Ergebniss dieser Versuche nöthigt zu dem Schlusse, dass in dem weissen Sonnenlichte alle möglichen Farben enthalten sind, dass jede ein Bild der Oeffnung oder des Kreises giebt, dass diese Bilder je nach der Brechbarkeit der Farbe sich mehr oder minder decken und daher allmälige Uebergänge von einer Farbe in die andere veranlassen. Es müssen aber unendlich viele Farben sein, denn sonst könnten die langen Seiten des Spectrums nicht gerade, sondern müssten bogenartig ausgezackt erscheinen. Die schmalen Seiten sind so gekrümmt, wie es die Projection der Oeffnung erfordert, da hier keine Ueberlagerung von anderen Bildern eintritt. Newton, der auf diesem Gebiete Bahn gebrochen und die Fundamentalversuche zuerst angestellt hat, unterschied 7 Farben: roth, orange, gelb, grün, hellblau, dunkelblau (indigo) und violett, weil zu seiner Zeit die Zahl 7 noch in manchen Beziehungen eine Rolle spielte; es treten aber nur deren 6 entschieden hervor.

Theilt man das Spectrum seiner Länge nach in 360 gleiche Theile, so kommen auf R. 45, Or. 27, Glb. 48, Gr. 60, Hlbl. 60, Dkbl. 40 und Viol. 80 Theile.

Da die Brechung mit der Geschwindigkeit der Lichtwellen im Zusammenhange steht (s. Art. Brechung. A. zu Ende), so muss die Schwingungsdauer der stärker brechbaren Strahlen geringer sein, als die der minder brechbaren. Der Umfang des Spectrums zeigt uns also, innerhalb welcher Grenzen die Schwingungsdauer der Aetherwellen liegen muss, wenn im Auge ein Eindruck empfunden werden soll. Es ist dies ähnlich wie mit den Tönen, insofern die mit dem Ohre wahrnehmbaren Schallschwingungen auch in Grenzen eingeschlossen sind.

Zerlegt man das weisse Sonnenlicht durch ein Prisma und fängt das Spectrum auf einem Schirme so auf, dass durch eine Spalte oder kleine Oeffnung in demselben nur eine Farbe durchgehen kann, so lässt sich diese durchgegangene Farbe zwar durch ein Prisma wieder ablenken, aber nicht weiter in verschiedene Farben zerlegen. Hieraus folgt, dass die einzelnen Farben des Spectrums nicht weiter zerlegbar, sondern einfach sind.

Für verschiedene Stoffe ist die Farbenzerstreuung verschieden und um so grösser, je mehr der Brechungsexponent der violetten Strahlen den der rothen übertrifft. — Hiervon kann man sich auf folgende Weise überzeugen. Man betrachte durch ein Flintglasprisma und ein Crownglasprisma, welche beide gleiche brechende Winkel haben, einen schmalen Streifen von weissem Papiere auf schwarzem Grunde, während die beiden Prismen so aneinander gelegt sind, als ob sie ein einziges längeres bilden sollten. Durch das Flintglasprisma wird der Streifen mehr abgelenkt, als durch das aus Crownglas; durch jenes zeigt sich ein längeres Spectrum, als durch dieses; bei jenem verschwindet das Weiss in der Mitte bei geringerem Abstande von dem Streifen, als bei diesem. Ein gleiches Verhalten zeigen die verschiedenen durchsichtigen Substanzen; die Farben zeigen sich in derselben Reihenfolge, aber die Spectra sind bei gleichem brechenden Winkel unter sonst gleichen Umständen von verschiedener Länge. Bei Flintglas ist der Brechungsexponent der rothen Strahlen 1,628 und der violetten 1,671; bei Crownglas 1,526 und 1,546. Der Unterschied beträgt also dort 0,043, hier 0,020. Bei Alkohol beträgt der Unterschied 0,011; bei Wasser 0,0132; bei Schwefelkohlenstoff 0,031; bei Terpentinöl 0,020. Vergl. Art. Kraft, farbenzerstreuende, und Zerstreuungsverhältniss.

Künstliche Lichtquellen geben Spectra, welche zwar keine anderen Farben als das Sonnenspectrum zeigen, aber in der Regel fehlen bei ihnen einige der Farben und das Verhältniss der Lichtstärke der vorhandenen ist gewöhnlich ein anderes als beim Sonnenlichte. Vorherrschend zeigt sich die Farbe der Lichtquelle, z. B. bei verschieden gefärbten Flammen.

Giebt man Prismen aus Stoffen von verschiedener Dispersionskraft solche brechende Winkel, dass sie bei demselben Abstande gleich lange Spectra liefern, und legt man sie dann mit den brechenden Winkeln in entgegengesetzter Lage an einander, so wird ein durch diese Combination hindurchgehender Strahl weissen Lichtes zwar noch gebrochen, aber es entsteht kein farbiges Spectrum, sondern man erhält ein weisses, höchstens am Rande noch etwas farbig gesäumtes Bild. Eine Combination aus zwei derartigen Prismen nennt man ein achromatisches Prisma. Ebenso heissen Linsencombinationen aus Stoffen verschiedener Dispersionskraft achromatische Linsen, wenn für die verschiedenen Farben die Brennpunkte zusammenfallen (s. Art. Chromatische Abweichung). Hierbei gilt Folgendes: Sollen die mittleren und äussersten Strahlen nach ihrem Durchgange durch ein Doppelprisma einerlei Ablenkung erfahren, so dass die Combination achromatisch wird, so müssen sich die Farbenzerstreuungen der beiden Prismen umgekehrt wie ihre brechenden Winkel verhalten. Ein Crownglasprisma von 25° würde hiernach achromatisirt durch ein Flintglasprisma von 11° 37',674, wenn man die obigen Angaben über den Unterschied der Brechungsexponenten der rothen und violetten Strahlen zu Grunde legt. — Achromatische Sammelgläser verfertigt man aus einer convexen Crownglaslinse und einer concaven Flintglaslinse, umgekehrt bei Zerstreuungsgläsern. — Flintglas und Terpentinöl geben einen sehr vollständigen Achromatismus. — Sind die beiden achromatischen Linsen von einander getrennt, so heisst das Glas ein dialytisches (s. Art. dialytisch); ist die Combination derartig, dass sowohl die chromatische als sphärische Abweichung möglichst gehoben ist, so heisst sie eine aplanatische Linse (s. Art. Linsenglas. F.) Der Engländer Dollond (s. Art. Dollond) verfertigte 1755 das erste achromatische Prisma. Zwar soll der Engländer Hall bereits 1733 achromatische Linsen hergestellt haben; doch kann dies Dollond's Verdienste keinen Eintrag thun, da Hall seine Erfindung nicht veröffentlicht hatte. Vergl. Art. Fernrohr. III.

Dass ein farbiger Strahl des Sonnenspectrums einfach oder unzerlegbar sei, ist bereits vorher erwähnt worden. Das nicht weiter durch Brechung in verschiedene Farben zerlegbare Licht nennt man überhaupt homogenes oder gleichartiges, das zerlegbare hingegen heterogenes oder ungleichartiges. So ist z. B. die Weingeistflamme ziemlich homogen gelb, wenn man den Docht mit Kochsalz einreibt, ebenso schwefelsaures Kupferoxydammoniak, d. h. eine mit Salmiakgeist versetzte Kupfervitriollösung, in einem weissen Glasgefässe homogen blau. So wie sich heterogenes Licht (s. Art. Dichroismus) zerlegen lässt, kann man es auch aus seinen farbigen Bestandtheilen wieder zusammensetzen. Eine durch Zusammensetzung verschiedener Farben entstandene Farbe nennt man eine Mischungsfarbe. Zwei

Farben, deren Mischungsfarbe Weiss ist, heissen *Complementär-* oder *Ergänzungsfarben*. — Theilt man eine Kreisfläche in 6 Abschnitte und setzt in dieselben der Reihe nach die sechs Farben des Spectrums, so sind die einander gegenüberliegenden complementär und jede ist die Mischungsfarbe aus den beiden, zwischen welchen sie liegt. Eine so bezeichnete Kreisfläche heisst ein *Farbenkreis*. Auch je drei nicht aneinander stossende Farben geben Weiss als Mischungsfarbe und alle mit Ausschluss einer einzigen geben die Complementärfarbe zu dieser einen als Mischungsfarbe. — Solche Mischungsversuche stellt man bequem an auf Schwungmaschinen oder mit Hilfe des *Busolt*schen *Farbenkreisels* (s. d. Art.), indem man gefärbte Sectoren auf ihnen befestigt und schnell herumdreht. Hierbei erhält man indessen, wenn man auch den farbigen Sectoren die von *Newton* angegebenen Bogen giebt, nämlich Roth, Grün und Violett je $60^{3}/_{4}$ Grad (60^{0} 45′ 34″), Orange und Dunkelblau $34^{1}/_{4}$ Grad (34^{0} 10′ 38″), Gelb und Hellblau $54^{2}/_{3}$ Grad (54^{0} 41′ 1″), kein reines Weiss, weil sich das Weiss der Mischfarbe nicht blos auf die Fläche eines Sectors, sondern über die ganze Fläche vertheilt und daher an Intensität einbüsst. 3 Theile Gelb, 5 Theile Roth und 8 Theile Blau, hergestellt von Gummi guttä, Carmin und berliner Blau, scheinen das richtige Verhältniss der drei Grundfarben für Weiss zu sein. Die genauesten Versuche über Mischfarben hat wohl *Helmholtz* angestellt und zwar mit den Farben des Sonnenspectrums selbst. Folgende Tabelle enthält seine Resultate, wo die obere Horizontalreihe die eine und die äussere Verticalreihe die beiden gemischten Farben angeben und die zugehörige Mischfarbe in dem Durchschnitte der betreffenden Horizontal- und Verticalreihe steht.

	Violett	Blau	Grün	Gelb	Roth
Roth	Purpur	Rosa	Mattgelb	Orange	Roth
Gelb	Rosa	Weiss	Gelbgrün	Gelb	
Grün	Blassblau	Blaugrün	Grün		
Blau	Indigblau	Blau			
Violett	Violett				

Das Auffallendste hierbei ist, dass Gelb und Blau aus dem Spectrum des Sonnenlichtes Weiss liefern, während ein gelber und ein blauer Farbestoff Grün geben, was davon herrühren wird, dass zwar die von der Oberfläche reflectirten Strahlen Weiss geben, aber von dem Lichte auch ein Theil durch die Farbestoffe durchgedrungen ist und dieser beim Zurückgehen das Weiss modificirt, weil blaue Stoffe violettes, blaues und grünes, und gelbe Stoffe rothes, gelbes und grünes Licht durch lassen. Roth, Gelb, Grün, Blau und Violett scheinen nach diesen Versuchen die Grundfarben des Sonnenlichts zu sein.

Die Farbe, welche die Körper im Sonnenlichte zeigen, nennt man

ihre natürliche oder objective. Dieselbe ist nichts den Körpern eigenthümlich Anhaftendes, sondern hängt im reflectirten Lichte von den Farben ab, welche aus dem auffallenden Lichte reflectirt werden, im durchgelassenen Lichte aber von den Farben, welche aus dem auffallenden hindurchgegangen sind. Von den Farben, welche ein undurchsichtiger Körper nicht zurückwirft, oder ein durchsichtiger nicht durchlässt, sagt man, sie seien absorbirt oder verschluckt worden. Nach der Anzahl der reflectirten oder durchgelassenen Farben sind die Körper mono-, di-, tri- oder polychromatisch (s. Art. Dichroismus). — Von diesen Verhältnissen überzeugt man sich durch folgende Beobachtungen. Bei homogener Beleuchtung unter Ausschluss jedes anderen Lichtes erscheinen die bei Tageslicht verschiedenfarbigsten Körper in der Farbe der homogenen Beleuchtung, z. B. beim Lichte einer homogenen Spiritusflamme. — Ein im Sonnenlichte weisser Körper erscheint in allen Farben des Spectrums, wenn man dasselbe auf ihn fallen lässt. Ein Körper hingegen, welcher nur eine Farbe reflectirt, erscheint bei Beleuchtung mit anders gefärbtem homogenen Lichte dunkel, z. B. rothes Siegellack beleuchtet von homogenem gelben Lichte. — Durchsichtige Körper erscheinen im reflectirten und im durchgelassenen Lichte oft complementär gefärbt, z. B. sehr dünnes Gold im reflectirten Lichte gelb und im durchgelassenen grünlich-blau, weil die reflectirten Farben in den durchgelassenen Strahlen fehlen und diese nun die complementäre Farbe als Mischfarbe geben. — Ein Körper, der gar kein Licht reflectirt, sondern alles absorbirt, sieht schwarz aus. Daraus erklärt sich auch, warum eine Oeffnung, welche in einen nicht erleuchteten Raum führt, z. B. eine Kelleröffnung, von aussen her gesehen dunkel, d. h. schwarz erscheint, weil von ihr kein Licht reflectirt wird. Schwarze Flächen werden nur dadurch bemerkbar, dass von der Umgebung Licht in das Auge gelangt (vergl. Art. Absorption. B.).

Manche Farbenerscheinungen haben ihren Grund in einer gewissen Affection des Auges. Man nennt solche Farben subjective oder physiologische. Sie beruhen meist darauf, dass ein schwacher Lichteindruck neben einem gleichzeitigen stärkeren gleichfarbigen nicht empfunden wird. — Dies ist z. B. der Fall mit den complementär gefärbten Schatten, wenn man einen Körper von zwei Kerzenflammen beleuchtet und vor die eine Flamme ein gefärbtes Glas hält. Vergl. Art. Diploskop. Auch die farbigen Schatten kurz nach Sonnenuntergange im Zwielichte beim Mondscheine oder Scheine einer Kerzenflamme gehören hierher; desgl. die Contrastfarben (s. d. Art.). Wegen der subjectiven Nachbilder s. Art. Nachbild und Abklingen der Farben.

Farbe des electrischen Funkens, s. Art. Funke, electrischer.

Farbe des Himmels, s. Art. Bläue des Himmels.

Farbe, katoptrische, s. Art. Farbenspiel.

Farbe des Meeres ist nach Scoresby im Polarmeere Ultramarin; die des mittelländischen Meeres wird mit einer vollkommen durchsichtigen Auflösung des schönsten Indigo verglichen; die Wellen des atlantischen Meeres in den Aequinoctialgegenden bezeichnet Capitain Tuckey als glänzendes Azur.

Farbe der Seen ist nach der Tiefe verschieden. Tiefe Seen erscheinen, wenn sie ruhig sind, in der Farbe des blauen (wolkenlosen) Himmels; weniger tiefe Seen zeigen die Farbe des Grundes modificirt durch das reflectirte Blau des Himmels. Bei stürmischem Wetter ist die Oberfläche grau, bei nur gekräuselter Oberfläche grauweiss oder silberweiss. Die eigenthümliche Farbe des Seewassers dürfte in grösseren Massen blau sein.

Farbe des Wassers ist nach Bunsen blau. Enthält das Wasser Salze aufgelöst, so wird dadurch die Farbe bedingt.

Farbenclavier. Plateau theilte eine Scheibe von steifem Papiere, die 30 Centimeter Durchmesser hatte, in 8 gleiche Sectoren und färbte je zwei gegenüberstehende der Reihe nach roth, schwarz, blau und weiss; eine andere 33 Centim. Durchmesser haltende Scheibe versah er mit 2 Ausschnitten, die in der Entfernung von 2 Centim. von dem Mittelpunkte anfingen, bis auf 3 Centim. vom Umfange reichten und eine Winkelbreite von dem Viertel eines bemalten Sector hatten. Bewegt sich nun die bemalte Scheibe hinter der ausgeschnittenen, so geht bei geringer Geschwindigkeits-Differenz beider das Blau und Roth von der schwächsten Nüance allmälig in den vollen Farbenton über und nimmt dann wieder ebenso ab. Diesen Apparat nennt man Farbenclavier.

Farbendreieck oder Farbenpyramide nannte Mayer ein gleichseitiges Dreieck, welches er durch den Seiten parallele Linien in kleine Dreiecke eingetheilt hatte und dessen Eckdreiecke mit reinem Gelb, Blau und Roth angetuscht waren. Die zwischen liegenden Dreiecke wurden mit Farben angetuscht, welche aus den Farben der Eckdreiecke gemischt waren und zwar in dem Verhältnisse der Abstände der Dreiecke von den Eckdreiecken. Hierdurch sollten die Uebergänge der Farben in einander dargestellt werden. Lichtenberg hat das Farbendreieck zu verbessern gesucht, aber es ist ohne Werth, weil die Mischung mit grossen Schwierigkeiten verbunden ist.

Farben dicker Plättchen } s. Farbenringe.
Farben dünner Plättchen }

Farben durch Absorption } s. Art. Farbe.
Farben durch Brechung }

Farben durch Inflexion, s. Art. Inflexion.

Farben durch Interferenz, s. Art. Inflexion, Interferenz und Farbenringe.

Farben durch Polarisation, s. Art. Polarisation.

Farben durch Reflexion, s. Art. Farbe.

Farbenklavier, s. Art. Farbenclavier.

Farbenkreis zur leichten Auffindung der Ergänzungsfarben, s. Art. Farbe. S. 309.

Farbenkreise, s. Art. Farbenringe.

Farbenkreisel zu Mischfarben, s. Art. Busolt'scher Farbenkreisel.

Farbenkugel eine Kugel, welche Runge ausführte, um an ihr die Uebergänge der aus Roth, Blau und Gelb gemischten Farben zu zeigen, ähnlich wie bei dem Farbendreiecke. Auf einem grössten Kreise war ein Bogen von 120⁰ roth, ein zweiter blau und der dritte gelb getuscht und von diesen gingen nun die Mischfarben durch zunehmende Beimischung der nebenliegenden Farbe weiter, so dass z. B. 60⁰ von Blau und Gelb Grün ohne Stich in Blau oder Gelb war. Der eine Pol war schwarz, der andere weiss und danach richtete sich wieder der Farbenton.

Farben, prismatische, sind Farben durch Brechung.

Farbenpyramide, s. Art. Farbendreieck.

Farbenringe sind im Allgemeinen farbige Kreise. Es giebt deren sehr verschiedene Arten.

A. Farbenringe in Krystallen, s. Art. Polarisation.

B. Farbenringe Löwe's. Sieht man durch eine gefärbte Flüssigkeit, namentlich durch ein dichromatisches (s. Dichroismus) Mittel, z. B. durch eine klare Auflösung von Chromchlorid in Wasser, so sieht man farbige Kreise, in dem angegebenen Beispiele beim Hindurchsehen durch das seladongrüne Medium gegen einen hellen Grund violette Ringe. Aehnlich ist es bei Chromalaun; hingegen Kupferchlorid, essigsaures Kupferoxyd etc. geben nur als einfarbige Mittel einen heller gefärbten Fleck. Der Grund scheint im Auge selbst zu liegen; jedoch ist die Erklärung noch nicht vollständig gelungen (vergl. Art. Sehen).

C. Farbenringe Newton's.

Legt man auf eine ebene Glasplatte eine Convexlinse von sehr schwacher Krümmung und sieht auf sie hin, d. h. betrachtet sie im reflectirten Lichte, so sieht man um einen dunklen Mittelpunkt eine Reihe concentrischer farbiger Ringe. Der Mitte zunächst ist ein nach innen bläulich, nach aussen gelbroth gesäumter weisser Kreis. Dann folgt ein zweites System von Ringen, nämlich ein schmaler violetter Ring, um den sich ein intensiv blauer, dann schwach grüner, deutlich gelber und schliesslich rother Rand legt. Das dritte Ringsystem ist von innen nach aussen blau, grün, gelb, roth; das vierte grün, gelbroth, roth. Weiterhin zeigt sich grün und roth, bläulichgrün, roth und röthlichweiss. Hält man die Linse mit der Glasplatte vor das Auge und betrachtet sie im durchgelassenen Lichte, so ist die Erscheinung schwächer, aber der Fleck in der Mitte erscheint dann

hell und die Farben der Ringe sind complementär (s. Farben. S. 309.) zu denjenigen, welche an derselben Stelle im reflectirten Lichte sich zeigen. Beleuchtet man die Linse mit der Platte durch homogenes Licht, oder betrachtet man dieselbe durch ein möglichst homogenes (s. Farben. S. 308.) Glas, so sieht man eine grosse Anzahl heller und dunkler Ringe, die das dunkle Centrum umgeben. Wendet man nach einander verschiedenes homogenes Licht an, so fallen die Durchmesser der Ringe verschieden aus und zwar sind sie bei rothem Lichte am grössten und bei violettem am kleinsten.

Diese Ringe heissen Newton'sche Farbenringe, weil dieser zuerst sorgfältige Messungen ausführte und sich auch zuerst zur Untersuchung des homogenen Lichtes bediente. Boyle und Hooke hatten schon vorher das Phänomen studirt, aber mit weniger Erfolg.

Das Phänomen kann man schon zur Erscheinung bringen mit zwei Scheiben von dünnem Tafelglase von 6 bis 8 Zoll Durchmesser, wenn man den Rand der einen ringsherum etwa einen Viertelzoll breit mit Blattgold vergoldet und dann die Scheiben in der Mitte zusammenpresst, während diese so aufeinander liegen, dass die vergoldete Schicht zwischen ihnen ist. Da Spiegelglas selten vollkommen eben ist, so gelingt der Versuch auch schon mit zwei solchen Platten, die man ohne Weiteres über einander legt und mit den Fingern aneinander presst. Zu genaueren Messungen dient das Gyreidoskop (s. d. Art.) von Jerichau und noch mehr das Gyreidometer (s. d. Art.) von E. Wilde.

Messungen der Ringdurchmesser bei homogenem Lichte haben ergeben, dass, wenn man den Durchmesser des ersten hellen Ringes gleich 1 annimmt, diejenigen der folgenden hellen Ringe sich wie die Quadratwurzeln der ungeraden und die der dunklen Ringe wie die Quadratwurzeln der geraden Zahlen verhalten.

Dass im weissen Sonnenlichte farbige Ringe entstehen, erklärt sich daraus, dass die Ringe in verschiedenem homogenen Lichte verschieden gross sind, dass also die Ringe der verschiedenen Farben des weissen Sonnenlichtes auf verschiedene Stellen treffen und dabei Interferenzen und Mischungen eintreten.

Schon Hooke erklärte, dass die Farbenerscheinung im Zusammenhange stehe mit den Farben dünner Plättchen und dass sie namentlich bedingt werde durch die zwischen den beiden Platten befindliche Luftschicht. Hierfür spricht auch die Erfahrung, insofern im luftverdünnten Raume die Ringdurchmesser grösser und, wenn Wasser zwischen die Platten kommt, kleiner werden. Bei verschiedenen Substanzen zwischen den Platten verhalten sich die Durchmesser wie die Quadratwurzeln aus den Brechungsexponenten der dazwischen gebrachten Medien. Hooke kam bei der Erklärung, welche er von dem Phänomen zu geben suchte, der Wahrheit ziemlich nahe. Newton schlug einen

ganz andern Weg ein und sah sich, um die Emanationstheorie (s. d. Art.) verwenden zu können, zu der Hypothese gezwungen, dass den Lichtstrahlen die Eigenschaft zukomme, in gleichen periodisch wiederkehrenden Entfernungen bald leichter durchgelassen, bald leichter reflectirt werden zu können, und nannte diese Eigenschaft der Strahlen ihre Anwandlungen (Dispositionen, Geneigtheiten). Der Raum, welchen ein Lichttheilchen zwischen der einen Disposition bis zur nächsten durchläuft, hiess der Zwischenraum oder das Intervall der Anwandlungen, deren Hälfte die Länge einer Anwandlung. Thomas Young schritt 1802 auf dem von Hooke eingeschlagenen Wege weiter, entdeckte das Princip der Interferenz (s. d. Art.) und deutete die richtige Erklärung der Farben dünner Plättchen an. Fresnel löste hierauf 1823 das Problem und zeigte, dass hier nichts weiter als ein Interferenzphänomen vorliegt. Fallen zwei Lichtstrahlen nahe an einander auf eine dünne Schicht, z. B. auf eine äusserst dünne Glasscheibe, die beiderseits von Luft umgeben ist, so werden beide reflectirt, zugleich aber auch in das Glas hinein gebrochen. Der gebrochene Strahl wird auf der unteren Fläche wieder reflectirt und gebrochen. Der hier reflectirte Strahl gelangt zur oberen Fläche zurück und ein Theil tritt daselbst wieder heraus. Dieser heraustretende Strahl hat nun einen längeren Weg gemacht als ein beim ersten Auftreffen auf die obere Fläche reflectirter Strahl, und zwar einen um soviel längeren, als der Weg von der oberen Fläche zur unteren und von dieser zurück zur oberen ausmacht. Dies beträgt ungefähr die doppelte Entfernung der beiden Flächen. Beträgt nun diese Verlängerung des Weges eine halbe oder eine ungerade Anzahl von halben Wellenlängen, so muss der austretende Strahl mit einem an derselben Stelle gleich beim Auffallen reflectirten interferiren, und das Auge, welches von beiden getroffen wird, kann an der betreffenden Stelle kein Licht wahrnehmen, sondern eine dunkle Stelle. Beträgt hingegen die Verlängerung des Weges eine ganze Wellenlänge oder eine gerade Anzahl halber Wellenlängen, so heben sich die beiden Strahlen nicht auf, sondern verstärken sich. Wäre die Dicke gleich Null, so würde der Gangunterschied der Strahlen auch gleich Null sein, beide wären in gleichem Schwingungszustande und könnten sich nicht aufheben. Ganz ebenso würde es im durchgelassenen Lichte sein. Wendet man diese Schlüsse auf die Newton'schen Ringe an, so zeigt sich, dass die Erscheinung im reflectirten Lichte gerade die umgekehrte von der im durchgelassenen ist, statt dass beide einander gleich sein sollten, und dass nur die letztere stimmt. Dieser Widerspruch ist jedoch nur scheinbar und löst sich dadurch, dass durch die Reflexion des Strahles an der unteren Fläche sein Schwingungszustand gerade um eine halbe Wellenlänge verändert wird. Hierdurch wird die Erscheinung im auffallenden Lichte gerade die umgekehrte von der im durchgelassenen.

Die Newton'schen Ringe zeigen sich unter den verschiedensten Umständen, z. B. bei Seifenblasen, bei feinen Rissen in dickem Glase, desgleichen im Eise, an dünnen Collodiumhäutchen etc.

Eine ähnliche Art von Ringen beobachtete Newton auch an dickeren Körpern, z. B. an einem Glase, welches $^1/_2$ Zoll dick und concentrisch auf der einen Seite hohl, auf der anderen erhaben kugelförmig war, als er im finstern Zimmer einen Lichtstrahl senkrecht auffallen liess. Man bezeichnet diese Erscheinungen jetzt als Farben dicker Platten. Die Erklärung hat J. Herschel aus der Undulationstheorie gegeben. Ausführlich hat darüber G. G. Stockes gehandelt, vergl. Poggend. Ann. Bd. 87. b oder Ergänzungsband 3, S. 546 ff.

D. Farbenringe Nobili's oder Nobili'sche oder electrochemische Figuren, entdeckt 1826 von dem Italiener Nobili.

Wenn man den electrischen Strom durch dünne Drähte in eine zu zersetzende Flüssigkeit leitet, so hängen sich ihre Bestandtheile, falls sie fest sind, in der Regel an sie an, und bei schwachen electrischen Strömen und dadurch bedingter langsamer Ausscheidung lagern sich wohl gar die frei werdenden kleinsten Theilchen ganz regelmässig ab und bilden Krystalle. Lässt man aber den einen Poldraht in eine ebene polirte Scheibe ausgehen, während der andere in eine Spitze ausläuft und der Ebene dieser Scheibe senkrecht gegenübersteht; so legt sich meistens das Product der Zersetzung, welches an dem der Scheibe entsprechenden Pole erscheint, in Form concentrischer Kreise an, deren Mittelpunkt der Spitze des anderen Polardrahtes gerade gegenübersteht. Diese Kreise sind die in Rede stehenden Ringe. Sind die Figuren vollkommen ausgebildet, so bestehen sie aus mehreren concentrischen Ringen und prangen zum Theil mit den schönsten Regenbogenfarben.

Am einfachsten erhält man diese Ringe auf einer Daguerreotypplatte oder auf einer plattgeschlagenen kleinen Silbermünze, die eben und rein geschliffen ist. Giesst man einige Tropfen essigsaures Kupferoxyd auf das Silber und berührt hierauf dies durch die Flüssigkeit hindurch mit einem zugespitzten Zinkstückchen, so treten die Ringe bald sichtbar hervor. Nimmt man hierbei eine galvanische Säule, so ist die Wirkung kräftiger. Die Ringe entstehen mit einer grossen Anzahl von Flüssigkeiten, z. B. mit essigsaurem Blei, Brechweinstein, Petersiliensaft, Runkelrübensaft, Schweinegalle etc. Silber ist nicht nothwendig; auch auf Platin, Messing, Stahl und Eisen hat man die Ringe dargestellt. Die Technik hat sich des Phänomens zur Verzierung mancher Gegenstände, z. B. Tischglocken, bereits bemächtigt. Vergl. Metallochromie.

E. Farbenringe Priestley's, entdeckt 1766 von Priestley.

Dies sind Figuren, welche analog den Farbenringen Nobili's durch Electricität hervorgebracht werden, aber durch Frictionselectricität, nämlich durch Batterieentladungen. Die Ringe haben in ihrer Mitte eine Vertiefung und sie verdanken ihre Entstehung jedenfalls der erhitzenden

Kraft der Electricität, wodurch Theilchen der Entladungsplatte glühend geworden sind und sich in dünnen Blättchen abgelagert haben; möglich wäre jedoch auch eine Oxydation durch den überspringenden Funken.

Farbenscala könnte man das Farbendreieck (s. d. A.) nennen.

Farbenscheibe nennt man eine mit farbigen Pigmenten sectorenweis oder in anderer Art versehene Scheibe zur Erzeugung von Mischfarben oder subjectiven Farben mittelst der Schwungmaschine oder des Busolt-schen Kreisels (vergl. Art. Farben S. 309.).

Farbenspectrum ist das Farbenbild, welches bei dem Durchgange eines Lichtbündels durch ein Prisma entsteht. Vergl. Art. Farbe. Weiteres im Art. Spectrum.

Farbenspiel nennt man das Auftreten verschiedener Farben bei manchen Körpern, deren Oberfläche man unter verschiedenen Winkeln betrachtet, z. B. bei Perlmutter, bei alten Fensterscheiben, bei Barton's irisirendem Knopfe (s. d. Art.), bei Spinnengewebe etc. Es sind diese Farben eine Folge von Interferenzen, welche durch feine Furchen auf der Oberfläche bedingt sind. Ob das Opalisiren des Opals, des Schillerspathes, des Labradors etc. auf demselben Grunde beruht, ist zweifelhaft. Göthe nannte diese Phänomene katoptrische Farben.

Farbenspindeln benutzte man früher zur Hervorbringung von Mischfarben aus Farbestoffen, wozu man sich jetzt gewöhnlich des Farbenkreisels oder der Schwungmaschine bedient. Im Wesentlichen stimmten die Farbenspindeln mit den Schwungmaschinen überein.

Farbenstreifen entstehen nach Art der Farbenringe bei Parallelgläsern, die nur wenig gegeneinander geneigt sind (s. Art. Farbenringe). — Ueber electrische Farbenstreifen vergl. Art. Figuren, electrische.

Farbentheorie, s. Art. Farbe.

Farbenton bezeichnet die mehr oder minder starke Intensität einer Farbe, z. B. ob hell oder dunkel.

Farbenwechsel nennt man Erscheinungen der Farbenänderung wie beim Anlassen des Stahles (s. Art. Anlassen).

Farbenzerstreuung oder Dispersion, s. Art. Dispersion.

Farbenzerstreuungs- oder Dispersionsvermögen bezeichnet die mehr oder minder starke Farbenzerstreuung der verschiedenen Stoffe. Dasselbe wird nach der Differenz der Brechungsexponenten der rothen und violetten Strahlen bestimmt (vergl. Art. Farbe S. 307.).

Farbstoffe sind Pigmente, welche auf Körper aufgetragen der Oberfläche das Vermögen ertheilen, von dem auffallenden weissen Sonnenlichte nur bestimmte Farben zu reflectiren.

Faserhaut (*sclerotica*) ist die äussere, harte und weisse Haut des Auges (s. Art. Auge).

Fata Morgana, d. h. Schlösser der Fee Morgan (*marigena* = Meergeborne) heisst eine Luftspiegelung an der Strasse von Messina, die

durch ein Störung in der Richtung der Lichtstrahlen in Folge einer Dichtigkeitsänderung der Luft durch starke Erhitzung bedingt ist. Ignatius Angeluci hat 1643 eine übertriebene und jedenfalls phantastisch ausgeschmückte Schilderung gegeben; denn niemals ist die Erscheinung von zuverlässigen Beobachtern in der Weise wahrgenommen worden. Das Meer, erzählt er, sei an der Küste Siciliens wie ein Gebirgskamm emporgeschwollen, während es bei Calabrien eben blieb, wie ein Spiegel. In diesem Spiegel erschienen mehr als 10000 Pfeiler von gleicher Höhe und in gleichem Abstande; die Pfeiler schrumpften darauf zusammen und krümmten sich; darauf bildete sich ein grosser Sims; über diesem stiegen prächtige Paläste empor; von diesen waren bald darauf nur noch Thürme zu sehen; diese verwandelten sich in ein Theater mit Säulen; hieraus entstand eine Front mit 10 Reihen von Fenstern; dann verwandelte sich das Ganze in Wald aus Fichten, Cypressen und anderen Bäumen und darauf verschwand Alles, als sich ein sanfter Wind erhob. — Die Erscheinung reducirt sich auf das Sichtbarwerden der sicilianischen Küste. Vergl. Art. Luftspiegelung.

Fatisciren heisst verwittern durch Verlust an Krystallisationswasser, z. B. bei schwefelsaurem Natron.

Favonius und Zephyr bedeuteten bei den Alten unsern Westwind.

Feder-Dynamometer ist ein Kraftmesser, der sich auf die Elasticität des Stahles gründet. S. Art. Dynamometer.

Federkraft, Spannkraft, Schnellkraft, Springkraft und Elasticität sind gleichbedeutend. S. Art. Elasticität.

Federwaage bezeichnet sowohl einen Kraftmesser, nämlich das Feder-Dynamometer (s. Art. Dynamometer), als eine Art Waagen zu Gewichtsbestimmungen. Ueber diese letzteren vergl. Art. Waage.

Federwolke, s. Art. Cirrus.

Fehler bei Beobachtungen, s. Art. Beobachtungsfehler.

Feindliche Pole nennt man die gleichnamigen Pole des Magnets, weil sie sich gegenseitig abstossen. S. Art. Magnetismus.

Feld eines Fernrohrs oder eines Mikroskops bezeichnet den gewöhnlich kreisförmigen Raum, welchen man mit dem Instrumente übersehen kann. Ein Instrument ist um so besser, ein je grösseres Feld es bei derselben Stärke der Vergrösserung besitzt; der Vergrösserung des Feldes steht jedoch die Deutlichkeit des Bildes hindernd entgegen, welche durch die Blendungen erzielt wird.

Feldstecher, ein kleines holländisches Fernrohr, in einem Ringe drehbar und mit einer zum Anschrauben dienenden am Ringe drehbaren Holzschraube versehen (s. Art. Fernrohr).

Fernglas, s. Art. Fernrohr.

Fernpunkt beim Sehen nennt man den am weitesten abstehenden Punkt, für welchen eine vollständige Accommodation des Auges zu Stande gebracht werden kann (s. Accommodation); den nächsten Punkt,

für welchen dies möglich ist, nennt man den Nähepunkt. Der Nähepunkt liegt bei einem gesunden Auge gewöhnlich in einer Entfernung von 4 bis 5 Zoll, die Entfernung des Fernpunktes hingegen ist sehr verschieden. Von der Lage des Fernpunktes hängt es ab, ob das Auge kurzsichtig oder weitsichtig ist.

Fernrohr, Fernglas, Teleskop ist ein Instrument, welches entfernte Gegenstände dem Auge scheinbar näher rückt und dadurch vergrössert zeigt. Im Allgemeinen besteht dasselbe aus einer Combination von zwei oder mehreren Glaslinsen in einer Röhre, oder auch aus einer solchen von Glaslinsen und Spiegeln. Man theilt hiernach die Fernröhre ein in dioptrische, welche nur aus Linsen bestehen, und in katoptrische, welche aus Linsen und Spiegeln zusammengesetzt sind. Grosse dioptrische Fernröhre werden Refractoren (Lichtbrecher), grosse katoptrische Reflectoren (Zurückwerfer) genannt. Ein Tubus (Rohr) ist ein dioptrisches Instrument von mittlerer Grösse; ganz kleine heissen Perspective (Durchseher). Jedes Fernrohr hat zwei wesentliche Theile, nämlich ein Ocular, welches beim Gebrauche gegen das Auge des Beobachters gewendet ist, und ein Objectiv, welches gegen den zu beobachtenden Gegenstand gerichtet wird. Die Beschaffenheit des Objectivs macht den Unterschied zwischen dem dioptrischen und dem katoptrischen Fernrohre, indem das Objectiv des ersteren eine Convexlinse, das des letzteren einen Hohlspiegel enthält; auch nennt man die Convexlinse und den Hohlspiegel selbst das Objectiv.

Die Erfindung der Fernröhre fällt in die ersten Jahre des 17. Jahrhunderts, wahrscheinlich in das Jahr 1608. Jacob Metius aus Alkmar in Holland, eigentlich Jacob Adrianez oder Adriaansz geheissen, später Professor in Franecker, scheint die Veranlassung gegeben zu haben; die ersten Verfertiger aber waren die Brillenmacher Johann Lippersein oder Lippersheim, auch Laprey genannt, in Middelburg, aber aus Wesel gebürtig, und Zacharias Joannides (Jansen) ebenfalls in Middelburg. Galilei hörte im Anfange des Jahres 1809 von der Erfindung, errieth die Zusammensetzung und erfand so das Fernrohr zum zweiten Male.

Die dioptrischen Fernröhre sind: 1) das holländische oder Galilei'sche Fernrohr; 2) das astronomische oder Kepler'sche Fernrohr und 3) das Erdfernrohr. Die katoptrischen Fernröhre sind: 1) das Newton'sche Fernrohr; 2) das Gregory'sche Fernrohr; 3) das Cassegrain'sche Fernrohr und 4) das Herschel'sche Fernrohr.

I. Die Construction der dioptrischen Fernröhre beruht auf der Wirkung der Linsengläser (s. Art. Linsenglas. E.). Hier heben wir hervor, dass man bei jeder convexen Linse von einem entfernten Gegenstande ein kleines umgekehrtes Bild hinter demselben in der Ent-

fernung des Brennpunktes erhält. Betrachtet man dies Bildchen durch eine convexe Linse und zwar in einer solchen Entfernung vor derselben, dass sich das Bildchen innerhalb der Brennweite der Linse befindet, so erblickt man ein vergrössertes Bild des Bildchens in derselben Stellung, welche dieses hat, also in umgekehrter Stellung des Gegenstandes. Stellt man hinter die convexe Linse, welche von einem entfernten Gegenstande ein Bildchen erzeugt, eine concave Linse und zwar so, dass die das Bildchen erzeugenden Lichtstrahlen unterbrochen werden, dies Bildchen aber, wenn es hätte zu Stande kommen können, noch ausserhalb der hinteren negativen Brennweite des eingeschobenen Glases seine Stelle haben würde; so erblickt man durch die concave Linse als Ocular ein vergrössertes Bild in umgekehrter Stellung des Objectivbildes, also in der dem Gegenstande zukommenden Stellung. — Dieser letztere Fall findet seine Verwendung bei dem holländischen, der erstere bei dem astronomischen Fernrohre. Der scheinbare Durchmesser des Gegenstandes wird in beiden Fällen höchstens sovielmal vergrössert, als die Brennweite des Oculars in der Brennweite des Objectivs enthalten ist.

Bei dem holländischen Fernrohre ist der Raum, welchen man auf einmal durch dasselbe übersieht, das sogenannte Feld oder Gesichtsfeld, stets sehr klein, weil das concave Ocular die durch dasselbe hindurchgehenden Strahlen divergirend macht, d. h. zerstreut, so dass deshalb auch das Auge stets möglichst nahe an das Ocular herangebracht werden muss. Da nun die Vergrösserungskraft jedes Fernrohrs nur auf Kosten der Grösse des Gesichtsfeldes erhöht werden kann, so folgt, dass das holländische Fernrohr nicht auf eine bedeutende Vergrösserung eingerichtet werden kann.

Das von Kepler 1611 erfundene astronomische Fernrohr gewährt bei gleichen Brennweiten des Objectivs und des Oculars ein grösseres Gesichtsfeld als das holländische, weil die Strahlen aus dem Oculare convergirend heraustreten. Deshalb verträgt dies Fernrohr auch eine stärkere Vergrösserung. Ein Nachtheil im Vergleiche mit dem holländischen Fernrohr ist zwar, dass das astronomische Fernrohr die Gegenstände verkehrt zeigt; da dies aber bei astronomischen Beobachtungen nicht in Betracht kommt, so erklärt sich, warum man demselben gerade in diesem Falle den Vorzug giebt.

Das Erdfernrohr oder terrestrische Fernrohr ist von Ant. Max. de Rheita erfunden und besteht im Wesentlichen aus zwei hinter einander gestellten astronomischen Fernröhren, von denen das zweite nur zur Umkehrung des von dem ersten erhaltenen Bildes dient, weshalb es auch nur eine geringe Länge besitzt. Es besteht also dies Fernrohr ausser dem convexen Objective noch aus drei convexen Ocularen. Haben, vom Auge an gezählt, das zweite und dritte Ocular gleiche Brennweiten, so wird der scheinbare Durchmesser höchstens so-

vielmal vergrössert, als die Brennweite des ersten Oculars in der Brennweite des Objectivs enthalten ist.

Es versteht sich von selbst, dass man dieselbe Objectivlinse mit verschiedenen Ocularen versehen kann. Bei den sogenannten Feldstechern (s. d. Art.) sind gewöhnlich vier verschiedene Oculare in einer excentrischen Scheibe angebracht, um verschiedene Vergrösserungen zu erzielen. Jede Ocularlinse erfordert dann eine besondere Einstellung. Bei anderen Fernröhren kann man astronomische und terrestrische (bei dem Erdfernrohr gebräuchliche) Oculare anschrauben.

Um ein grösseres Gesichtsfeld zu erhalten, auch um das Fernrohr zu verkürzen, schaltet man hinter dem Objectivglase noch ein etwas breites Convexglas ein, ehe das durch das Objectivglas erzeugte Bild zu Stande kommt. Man erhält hierdurch zwar ein kleineres Bild, als sonst entstanden sein würde; aber die Vergrösserung leidet darunter nicht, weil das Bild in dem Verhältnisse, in welchem es kleiner geworden ist, eine stärkere Vergrösserung verträgt. Die Lichtstrahlen vereinigen sich nämlich nach dem Durchgange durch die eingeschaltete Linse unter viel grösseren Winkeln als vorher und geben dadurch dem Bilde mehr Präcision und eine schärfere Begrenzung. Die Kometensucher oder Sucher schlechthin sind derartig eingerichtete astronomische Fernröhre. Das eingeschobene Convexglas nennt man Collectivglas (s. d. Art.). Bei dem holländischen Fernrohre kann man dieselbe Einrichtung anbringen, ebenso bei dem Erdfernrohre, welches dann vier Oculare enthält.

Um das astronomische Fernrohr in ein Erdfernrohr umzuwandeln, könnte man auch mit zwei Ocularen ausreichen. Das — vom Auge an gerechnet — zweite Ocular müsste dann so gestellt werden, dass das durch das Objectiv erzeugte Bild ausserhalb der Brennweite desselben stände, wodurch ein umgekehrtes Bild des Bildes hinter dem zweiten Oculare erzeugt würde, welches dann innerhalb der Brennweite des ersten Oculars stehend durch dieses zu betrachten wäre. Das Rohr würde dann sehr lang und das Gesichtsfeld sehr klein. — Zur Umwandlung eines astronomischen Fernrohres in ein Erdfernrohr schlägt Dove vor, zwei gleichschenkelige rechtwinkelige Prismen in dem Rohre in einer solchen Stellung anzubringen, dass in ihnen das Licht in den Kathetenflächen zweimal gebrochen und einmal an der Hypotenusenfläche total reflectirt wird (s. Art. Brechung. A. I. u. Art. Prisma). Stehen beide Prismen mit ihren Brechungsebenen senkrecht auf einander, so kehrt das eine das Bild in der Richtung von oben nach unten, das andere in der Richtung von rechts nach links um. Dove nennt ein solches Prismensystem ein Reversionsprisma und als Ansatz zu einem astronomischen Fernrohre ein terrestrisches Prismenocular.

Die Röhren, in welchen die Gläser gefasst werden, sind inwendig geschwärzt, damit sie das auf sie seitlich fallende Licht nicht zurückwerfen; ausserdem sind die Röhren in einander verschiebbar, theils um

die für verschiedene Augen nothwendige verschiedene Einstellung zu ermöglichen, theils um das Instrument für den Transport kürzer und dadurch bequemer zu machen. Sind bei Erdfernröhren die beiden äussersten Oculare in einer eigenen Röhre verschiebbar, so dass sie dem Objective mehr oder weniger genähert werden können, so kann man die Vergrösserung abändern. Solche Oculare heissen pankratische (alles beherrschende). — Kellner's orthoskopische Oculare bestehen in einer achromatischen Linsencombination, durch welche ein vollkommen ungekrümmtes, perspectivisch richtiges, seiner ganzen Ausdehnung nach scharfes Bild erzeugt, auch der blaue Rand des Gesichtsfeldes beseitigt wird.

An den Stellen der Röhre, an welchen von den Gläsern Bilder erzeugt werden, bringt man geschwärzte Ringe an, die man Diaphragmen oder Blendungen nennt. Dieselben dienen dazu, alles an der Grenze des Bildes befindliche, unordentlich zerstreute Licht abzuhalten, wodurch die Deutlichkeit gestört werden würde. Die Oeffnungen der Blendungen müssen der Grösse der Bilder entsprechen.

Noch eine Hauptsache ist zu erwähnen, nämlich dass nicht nur die Gläser, sondern auch das ganze Rohr richtig centrirt (s. Art. centriren) sein müssen.

II. Die katoptrischen Fernröhre gründen sich darauf, dass ein Hohlspiegel von einem entfernten Gegenstande ein kleines umgekehrtes Bild erzeugt, welches nahe an dem Brennpunkte desselben sich befindet. Es wirkt also der Hohlspiegel wie eine Convexlinse, nur dass bei demselben das Bild vor dem Spiegel, bei dieser hinter der Linse liegt. Der Gedanke bietet sich daher leicht dar, statt des Objectivglases einen Objectivspiegel bei dem Fernrohre zu verwenden. Der Jesuit Nicolaus Zucchi hat 1616 den Vorschlag zuerst gethan; 1663 trat Jacob Gregory wieder mit einem Vorschlage auf, aber erst 1674 kam dieser durch Hooke zur Ausführung, nachdem bereits 1668 Newton in anderer Weise das nach ihm benannte katoptrische Fernrohr zu Stande gebracht hatte.

Das Newton'sche Fernrohr besteht aus einem metallenen Hohlspiegel, welcher auf dem Boden einer Röhre, deren Länge seiner Brennweite gleich kommt, so angebracht ist, dass die polirte Fläche im Innern der Röhre liegt und gegen die Oeffnung derselben gekehrt ist. In einer Entfernung von dem Brennpunkte, welche ungefähr dem Halbmesser der Röhre gleich ist, steht zwischen dem Brennpunkte und dem Hohlspiegel in der Axe ein kleiner ebener Metallspiegel, der mittelst eines dünnen Armes an der Seite der Röhre befestigt ist. Dieser Spiegel bildet mit der Axe des Hohlspiegels einen Winkel von 45 Grad und ihm gegenüber ist in der Seitenwand der Röhre ein kurzes Rohr mit einem convexen Oculare angebracht. — Die Wirkung eines solchen Fernrohres ist der eines astronomischen ganz gleich. Man richtet das Rohr mit der

Oeffnung auf den zu beobachtenden Gegenstand, so dass die Axe des Spiegels auf diesen trifft. Das vom Spiegel erzeugte Bild kommt nicht im Brennpunkte zu Stande, sondern der kleine ebene Spiegel reflectirt die Strahlen so, dass das Bild in der Oeffnung des Ocularrohres seine Stelle erhält, wo es durch das Ocular betrachtet wird. Da man hierbei senkrecht auf die Richtung sieht, in welcher sich der zu beobachtende Gegenstand befindet, so wird die schnelle Einstellung erschwert und deshalb bringt man wenigstens auf grösseren Fernröhren dieser Art gewöhnlich noch ein kleines dioptrisches Rohr, einen Sucher, an, dessen Axe der des Fernrohrs parallel läuft, und welches dann zur Einstellung dient.

Das Gregory'sche Fernrohr ist ein katoptrisches Erdfernrohr. Es besteht wie das Newton'sche aus einer Röhre mit einem metallenen Hohlspiegel; statt des kleinen ebenen Spiegels befindet sich in demselben jedoch ein kleiner metallener Hohlspiegel, welcher so in der Axe des Objectivspiegels steht, dass sein Brennpunkt noch etwas ausserhalb der Brennweite dieses grossen Spiegels liegt. Das durch den grossen Spiegel erzeugte umgekehrte Bild liegt also ausserhalb der Brennweite des kleinen; folglich erzeugt dieser wieder ein abermals umgekehrtes, mithin aufrechtes und etwas grösseres Bild in der Richtung nach dem grossen Spiegel zu. Bringt man nun in der Mitte des grossen Spiegels ein rundes Loch an, so kann man mittelst des verschiebbaren kleinen Spiegels das von demselben erzeugte Bild in diese Oeffnung oder noch besser hinter den grossen Spiegel fallen lassen. Unterbricht man hinter der Oeffnung die Strahlen durch eine Convexlinse, so erhält man ein kleineres aufrechtes Bild, welches man durch ein convexes Ocular betrachtet.

Das Cassegrain'sche Fernrohr unterscheidet sich von dem Gregory'schen nur durch den kleinen Spiegel, der nicht concav, sondern convex und so gestellt ist, dass die Strahlen von dem Objectivspiegel auf ihn fallen, ehe sie zu einem Bilde vereinigt werden. Hierdurch entsteht hinter der Durchbohrung des grossen Spiegels ein umgekehrtes Bild, welches durch das Ocular betrachtet wird. — Die Bilder verlieren bei diesen beiden Fernröhren sehr an Deutlichkeit und Klarheit in Folge der Abweichung wegen der Kugelgestalt oder sphärischen Abweichung (s. Art. Spiegel, sphärische), weil gerade die vorzüglichsten Strahlen durch die Durchbohrung verloren gehen.

Das Herschel'sche Fernrohr besteht aus einem grossen Hohlspiegel, welcher auf dem Boden der Röhre in geneigter Stellung so angebracht ist, dass der Brennpunkt an den untern Rand des Rohres zu liegen kommt, weshalb dies eine der Brennweite gleiche Länge besitzt. Dies am Rande der Rohröffnung entstandene Bild wird unmittelbar durch ein Ocular betrachtet. Damit hierbei durch den Kopf des mit seinem Auge an dem Rande des Rohres befindlichen Beobachters nicht zuviel Lichtstrahlen abgehalten werden, ist es eben Bedingung, dass der Spiegel sehr

gross und das Rohr sehr weit ist. — Mit einem Teleskope von 7 Fuss Brennweite, welches Herschel 1780 vollendete, entdeckte derselbe am 31. März 1781 den Uranus. Ein Fernrohr von 30 Fuss Länge und einem Spiegel von 36 Zoll Durchmesser anzufertigen, begann er 1781. Im Jahre 1789 vollendete er sein grosses, sogenanntes Riesenteleskop, von 40 F. Länge mit einem Spiegel von $4^1/_8$ F. Durchmesser, der über 20 Centner wog bei einem Gewichte des Rohres nebst Spiegel von 5100 Pfund. Dies grosse Rohr machte einen besonderen Bau zu seiner Aufstellung und besondere Vorrichtungen zu seiner Handhabung nöthig.

Die Spiegel der katoptrischen Fernröhre müssen sehr sorgsam gehütet werden; der des Riesenteleskops ging in einer einzigen feuchten Nacht zu Grunde und erst 1820 versuchte der Astronom Airy in Greenwich wieder den Bau grösserer Spiegelteleskope. Ramage lieferte für die Sternwarte zu Greenwich ein Instrument von 25 engl. Fuss Brennweite und 15 Zoll Spiegelöffnung. Lord Rosse liess später ein Spiegelteleskop herstellen von 50 engl. Fuss Länge und 6 engl. Fuss Oeffnung, und ein kleineres, aber in seinen Leistungen ausgezeichnetes von nur 2 Fuss Oeffnung und 20 Fuss Brennweite stellte gleichzeitig Lassell zu Starfield bei Liverpool auf.

III. Die Spiegelteleskope haben einen Vorzug vor den dioptrischen Fernröhren, nämlich dass sie die Gegenstände ohne alle farbigen Säume zeigen und eine weit stärkere Vergrösserung als gleichgrosse dioptrische vertragen. Die farbigen Säume bei der Lichtbrechung zu beseitigen, hielt man in Folge einer irrigen Ansicht Newton's lange für unmöglich und daher verwendete man alle Sorgfalt auf die Herstellung katoptrischer Fernröhre; aber im Jahre 1758 brachte Dollond (s. Art. Farbe) ein dioptrisches farbloses Objectivglas, ein sogenanntes achromatisches, zu Stande, und seitdem traten die katoptrischen Fernröhre wieder in den Hintergrund, bis man erst in neuester Zeit sich ihnen wieder zugewandt hat. — Ein achromatisches Objectiv besteht aus einer convexen Crownglaslinse und einer concaven Flintglaslinse, welche Dollond dicht an einander stellte. Ein dreifaches Objectiv aus zwei convexen Crownglaslinsen mit einer dazwischen gestellten biconcaven Flintglaslinse wirkt noch besser achromatisch, wie Euler zuerst nachwies. Besonders schöne achromatische Fernröhre lieferte später Fraunhofer in München. Plössl in Wien fertigte seit 1832 achromatische Fernröhre mit getrennten Linsen an, die er dialytische nannte. Die Vortheile derselben bestehen darin, dass man zur Achromatisirung der Crownglaslinse von dem theuern Flintglase eine kleinere, wohl nur halb so grosse Linse nöthig hat als bei Dollond's Einrichtung, ferner dass das Fernrohr bedeutend kürzer wird, und dass ein besonders scharfes und lichtstarkes Bild entsteht. — Das grösste achromatische Fernrohr ist das sogenannte Craig-Teleskop, des Landpfarrers Craig, Vicar von Leamington. Die Länge desselben beträgt 85 Fuss, die der

Rohre allein 76 Fuss mit einem Umfange von 13 Fuss in der Mitte, wo sie am dicksten ist. Das Objectivglas hat 2 Fuss Oeffnung mit einer gemeinschaftlichen Brennweite für parallele Strahlen von 72 Fuss, während die der Crownglaslinse allein 30 Fuss $1^1/_2$ Zoll und die der Flintglaslinse allein 49 Fuss $10^1/_2$ Zoll beträgt.

Den Achromatismus hat man noch durch andere Substanzen als durch Crownglas und Flintglas zu erreichen gesucht. Robert Blair achromatisirte 1789 die Crownglaslinse durch ein mit Auflösungen von Salzen, oder mit Steinöl, oder mit dem aus Steinkohlen und Bernstein gewonnenen Oele gefülltes Objectiv und nannte diese Objective, bei welchen beide Linsen in unmittelbarer Berührung standen und auch die Abweichung wegen der Kugelgestalt gehoben war, aplanatisch, d. h. nicht täuschend (s. Art. aplanatisch). Barlow füllte etwa 50 Jahre später die zweite Linse mit Schwefelalkohol und stellte sie nach Art der dialytischen Fernröhre gesondert von der Crownglaslinse. Solche Objective müsste man aplanatisch-dialytische nennen. Bedenklich ist hierbei, ob die Flüssigkeit unveränderlich bleiben dürfte. — An Theaterperspectiven hat man den Achromatismus theilweise dadurch erzielt, dass man das concave Ocular aus Flintglas machte.

Auf einem von dem sonst bei der Anfertigung von Fernröhren zur Anwendung kommenden Principe abweichenden beruht Brewster's Teinoskop (s. Art. Teinoskop).

Wegen der Messung der bei einem Fernrohre stattfindenden Vergrösserung vergl. Art. Auxometer.

Fernsichtig, s. Art. weitsichtig und vergl. Art. Fernpunkt.

Ferrotypie, s. Art. Cyanotypie.

Fessel'scher Rotationsapparat, s. Art. Rotationsapparat, Fessel'scher.

Feste, die, soviel als Himmel. S. Art. Himmel.

Feste Körper nennt man diejenigen, deren Massentheilchen so innig zusammenhängen, dass ein gewisser Kraftaufwand erforderlich ist, um sie von einander zu trennen. Vergl. Art. Aggregatsformen.

Festigkeit. Unterwirft man die festen Körper in Bezug auf die ihre Theilchen zusammenhaltende Cohäsionkraft (s. d. Art.) verschiedenen Proben, sucht man sie z. B. in die Länge zu ziehen oder zusammenzudrücken, oder zu biegen, oder zu drehen, so stellen sich mannichfache Verschiedenheiten heraus. In dem einen Falle sagt man, der eine Körper sei fester als ein anderer, in einem anderen, der eine sei härter, oder weicher, oder zäher, oder spröder, oder biegsamer, oder streckbarer, oder geschmeidiger, oder elastischer als ein anderer. Was die Festigkeit anbetrifft, so nennt man einen Körper um so fester, einen je grösseren Widerstand er der Trennung seiner Theile entgegensetzt, und unterscheidet dabei als absolute Festigkeit den Widerstand beim Zerreissen, als relative Festigkeit den

Widerstand beim Zerbrechen, als rückwirkende Festigkeit den Widerstand beim Zerdrücken. Hierzu kommt noch die Festigkeit bei der Drehung oder Torsion.

I. Absolute Festigkeit.

Innerhalb der Elasticitätsgrenze (s. d. Art.) wird ein Körper seine Festigkeit noch behaupten, folglich wird er noch absolut fest bleiben, wenn die ihn in die Länge ziehende Kraft diejenige nicht überschreitet, welche eine Verlängerung bis zur Elasticitätsgrenze herbeiführen würde. Diese in Gewichten ausgedrückte Kraft für den Querschnitt = 1 heisst der Tragmodulus. Ist E der Elasticitätsmodulus (s. d. Art.), L die Länge und T der Tragmodulus des Körpers, so ist die durch den Tragmodulus herbeigeführte Verlängerung $l = L\frac{T}{E}$. Ein Körper von dem Querschnitte F ist noch absolut fest für eine Kraft $P = F \,.\, T$. — Durch den Tragmodulus findet man die Grenze der absoluten Festigkeit. Ueberschreitet man diese Grenze, so wird der Körper zwar nicht sofort zerreissen, aber seine Theilchen sind doch schon aus ihrer normalen Lage gerückt. Im Allgemeinen tritt das Zerreissen ein, wenn die in die Länge ziehende Kraft den Tragmodulus um das Drei-, Vier- bis Zehnfache übertrifft, und diese in Gewichten ausgedrückte Kraft, welche also einen Körper vom Querschnitte = 1 zerreissen würde, nennt man Festigkeitsmodulus. — Um nun vollkommen gegen das Zerreissen gesichert zu sein, nimmt man die Dimensionen gewöhnlich so, dass die Last noch unter der nach dem Tragmodulus berechneten bleibt, oder legt der Berechnung nur den dritten bis zehnten Theil des Festigkeitsmodulus zu Grunde. Die so bestimmte Grösse nennt man den Sicherheitsmodulus. — Für 1 preuss. Quadratzoll Querschnitt ist in Tausenden von Zollpfunden der Tragmodulus T folgender:

Buchen-, Eichen-, Fichten-, Kiefern- u. Tannenholz	$^1/_{1000}\ T =$ 2,8	Npfd.
Eisendraht	19,6	-
Eisen in Stäben	19,3	-
Gusseisen	13	-
Stahl	33,6	-
Gehärteter Gussstahl	90	-
Messing	6,5	-
Messingdraht	18,6	-
Glockengut	28	-
Blei	1,4	-
Bleidraht	0,65	-
Marmor	0,65	-

II. Relative Festigkeit.

Für die relative und rückwirkende Festigkeit, desgleichen für die Torsion hat man ähnliche Bestimmungen getroffen. Ist der Tragmodulus = T für einen Körper von dem Querschnitte Eins, welcher an

beiden Enden unterstützt und in der Mitte belastet ist, so erhält man für einen parallelepipedischen Körper von der Breite b, Höhe h und Länge l die Last P, bei welcher er noch relativ fest bleibt,

$$P = {}^2/_3 \frac{T\,b\,h^2}{l},$$

d. h. die relative Festigkeit steht im Verhältniss der Breite, im Verhältniss des Quadrates der Höhe und im umgekehrten Verhältniss der Länge. In Betreff des relativen Festigkeitsmodulus oder Brechungsmodulus, ebenso des relativen Sicherheitsmodulus verfährt man wie bei der absoluten Festigkeit, insbesondere nimmt man für Holz den zehnten und für Metalle und Steine den dritten oder vierten Theil des Brechungsmodulus. — Für 1 preuss. Quadratzoll Querschnitt ist in Tausenden von Zollpfunden der Brechungsmodulus K folgender:

Buchenholz $^1/_{1000}\,K =$	9 bis 22 Npfd.		Gusseisen $^1/_{1000}\,K =$	22 bis 52	Npfd.
Eichenholz	7,5 - 22 -		Schmiedeeisen	72 - 127	-
Fichtenholz	7,5 - 12 -		Kalkstein	0,65 - 1,55	-
Kiefernholz	6,5 - 15,5 -		Sandstein	0,55 - 0,75	-
Tannenholz	6,5 - 13 -		Ziegelstein	0,165 0,31	-
Ulmenholz	5,5 - 11,2 -				
Holz überhaupt	11,2				

Bezeichnet man mit a die Bogenhöhe eines belasteten Balkens von der Breite b, Höhe h und Länge l, so erhält man:

1) Wenn der Balken an einem Ende befestigt ist und an dem freien Ende eine Last P wirkt:

$$a = \frac{P\,l^3}{3\,w\,E};$$

2) wenn der Balken an einem Ende befestigt, die Last Q aber gleichmässig vertheilt ist:

$$a = {}^3/_8 \cdot \frac{Q\,l^3}{3\,w\,E};$$

3) wenn der Balken an beiden Enden aufliegt und die Last P in der Mitte ist:

$$a = {}^1/_{16} \cdot \frac{P\,l^3}{3\,w\,E};$$

4) wenn der Balken an beiden Enden aufliegt, die Last Q aber gleichmässig vertheilt ist:

$$a = {}^5/_{128} \cdot \frac{Q\,l^3}{3\,w\,E};$$

5) wenn der Balken an beiden Enden aufliegt und eine Last P in der Mitte wirkt und eine zweite Last Q gleichmässig vertheilt ist:

$$a = {}^1/_{16}\,(P + {}^5/_8\,Q)\,\frac{l^3}{3\,w\,E}.$$

Hierbei gelten für w folgende Werthe:

Art des Balkens.	w
parallelepipedisch	$\frac{b h^3}{12}$
dreiseitiges Prisma, mit der Seite b aufliegend und von der Höhe h	$\frac{1}{3} \frac{b h^3}{12}$
hohl parallelepipedisch mit der äusseren Seite b, äusseren Höhe h, inneren Seite $b_,$, inneren Höhe $h_,$	$\frac{b h^3 - b_, h_,^3}{12}$
cylindrisch mit dem Radius r	$\frac{\pi}{4} r^4 = 0{,}7854\, r^4$
hohl cylindrisch mit dem äusseren Radius r und inneren Radius $r_,$	$\frac{\pi}{4}(r^4 - r_,^4)$.

Das Gewicht G des Balkens wirkt wie eine auf den Balken gleichmässig vertheilte Last, und es ist daher bei einem Balken, welcher mit einem Ende befestigt ist, nicht P, sondern $P + \frac{1}{2} G$ in Rechnung zu bringen und bei einem an beiden Enden aufliegenden und in der Mitte belasteten Balken $\frac{1}{4}(P + \frac{1}{2} G)$. — Nach Gerstner und Tredgold kann ein mit beiden Enden aufliegender und in der Mitte belasteter Balken von Holz eine Biegung oder Bogenhöhe $a = \frac{1}{288} l$ und ein solcher Balken von Guss- oder Schmiedeeisen nur die Biegung $a = \frac{1}{480} l$ ohne Nachtheil ertragen.

III. Rückwirkende Festigkeit.

Bei der rückwirkenden Festigkeit hat man das Zerdrücken und das Zerknicken zu unterscheiden. Der Festigkeitsmodulus des Zerdrückens K bei einem preuss. Quadratzoll Querschnitt hat in 1000 Zollpfunden folgende Werthe:

Basalt $\frac{1}{1000} K =$	25 Npfd.	Ziegelstein $\frac{1}{1000} K =$	0,54 bis 2 Npfd.
Gneis	4,76 -	Eichenholz	2,5 - 6,4 -
Granit	5,5 bis 10 Npfd.	Fichtenholz	6,4 - 7,5 -
Kalkstein	1,4 - 5,5 -	Tannenholz	1,8 Npfd.
Marmor	3 - 11 -	Gusseisen	136 -
Mörtel	0,42 - 0,84 -	Schmiedeeisen	67 -
Sandstein	1,3 - 12 -	Kupfer	56 -

Der Sicherheit wegen nimmt man für Holz und Stein $\frac{1}{10}$, für Eisen $\frac{1}{5}$ und für Mauer- und Bruchsteine $\frac{1}{20}$ K in Rechnung. Bei Säulen nimmt man, wenn die Länge die Dicke höchstens 12 Mal übertrifft $\frac{1}{6}$, bei 24 Mal $\frac{2}{6}$ und bei 48 Mal $\frac{3}{6}$ weniger von K in Rechnung.

Bei Berechnung der Festigkeit des Zerknickens legt man den Werth von w bei der relativen Festigkeit zu Grunde und dann ausserdem den Elasticitätsmodulus E.

Hiernach erhält man die Kraft P zum Zerknicken:

1) bei festgehaltenem unteren Ende:

$$P = \left(\frac{\pi}{2 l}\right)^2 w E;$$

2) bei nicht festgehaltenem unteren Ende ist hingegen statt l nur $\frac{1}{2} l$ zu setzen, so dass die Werthe für P viermal grösser werden.

Diese Formeln werden jedoch nur angewendet, wenn die Länge die Dicke wenigstens 20 Mal übertrifft, und ausserdem nimmt man noch 20fache Sicherheit.

IV. Torsion.

Nach Gerstner soll der Torsionswinkel, also die Verdrehung eines Körpers, wenn derselbe fest bleiben soll, $^1/_{10}$ Grad nicht überschreiten. Nennt man den Torsionswinkel α, die Länge einer Welle l, ihren Halbmesser r, wenn sie cylindrisch ist, oder die halbe Seite b, wenn sie einen quadratischen Querschnitt hat, so erhält man das statische Moment zum Abwürgen, wenn die dazu verwendete Kraft P in der Entfernung a von der Axe wirkt, also Pa für

Gusseisen $= 150000 \frac{\alpha r^4}{l} = 260000 \frac{\alpha b^4}{l}$

Stahl und Schmiedeeisen $= 260000 \frac{\alpha r^4}{l} = 439000 \frac{\alpha b^4}{l}$

Holz $= 3270 \frac{\alpha r^4}{l} = 5400 \frac{\alpha b^4}{l}$.

Festigkeitsmodulus drückt die Kraft aus, welche die Festigkeit eines Körpers vom Querschnitte = 1 aufheben würde. Vergl. Art. Festigkeit.

Feuchtigkeit der Atmosphäre oder Gehalt der Erdatmosphäre an luftförmigem Wasser, s. Hygrometrie u. Hygrometer zu Ende.

Feuchtigkeiten des Auges, die wässerige und die gläserne, s. Art. Auge.

Feuchtigkeitskältemesser / **Feuchtigkeitsmesser** } s. Art. Hygrometer. 3, nämlich das Psychrometer.

Feuer ist kein eigenthümlicher Stoff, sondern eine mit energisch eintretenden chemischen Processen verbundene Lichterscheinung zugleich mit Wärmeentwickelung. Ueber das Feuer als Element der Alten s. Art. Element.

Feueranschlagen, s. Art. Feuerschlagen.

Feuerberg, s. Art. Vulkan.

Feuerbrunnen sind natürliche Erdspalten oder künstlich angelegte Brunnen, gewöhnlich Bohrbrunnen, sogenannte artesische Brunnen (s. Brunnen, artesischer), denen aber nicht Wasser, sondern brennbares Gas entströmt. Hierher gehören die ewigen Feuer von Baku am caspischen Meere; Italien ist reich an solchen Quellen, ebenso China und neuerdings findet man deren immermehr, namentlich in Nordamerika, selbst in Deutschland fehlen sie nicht, z. B. im Nassauischen.

Feuerbüschel, electrische, s. Art. Elmsfeuer.

Feuerfontaine nennt man eine physikalische Spielerei. Eine mit

gefärbtem Weingeiste gefüllte langhalsige Kugel wurde mit dem zugekorkten Halse nach unten auf ein Gestell gebracht; von dem Halse gingen an der Seite einige in Spitzen endigende, nach der Kugel zu gerichtete Glasröhren ab; der Spiritus an diesen Spitzen wurde angezündet und weil nun hierdurch die Luft in der Kugel erwärmt wurde, so strömte der Spiritus mit um so grösserer Kraft brennend aus den Spitzen.

Feuerkammer nennt man bei der Locomotive den Raum, in welchem das Brennmaterial verbrannt wird. Die Feuerkammer ist vor dem Kessel, ist jedoch überall von doppelten, mit Wasser gefüllten Wänden eingeschlossen.

Feuerkugel, auch fliegender Drache genannt, ist ein leuchtendes Meteor, welches sich oft mit sehr bedeutender Geschwindigkeit fortbewegt, zu gleicher Zeit bei seiner Bewegung sich nach der Erde senkt, entweder unbemerkt verschwindet oder mit grossem Krachen platzt und Steinmassen herabfallen lässt, welche man Aërolithen, Meteorsteine, Meteorolithen, auch Mondsteine nennt. Bei Tage bemerkt man dergleichen Meteore nur, wenn sie sich durch ihre Grösse auszeichnen; des Nachts sind aber auch die kleineren sichtbar und werden dann Sternschnuppen, Sternputze, Sternschnäuze oder Sternschüsse genannt. Feuerkugeln und Sternschnuppen sind also keine an sich verschiedene Phänomene.

Die Erscheinung zeigt sich des Nachts in folgender Weise: An einer Stelle des heitern Himmelsgewölbes taucht ein Lichtpunkt in Gestalt eines grösseren oder geringeren Sternes auf, bewegt sich über einen Theil des Himmels fort und verschwindet dann wieder ebenso plötzlich, oder das Licht nimmt am Orte des Verschwindens allmälig an Helligkeit ab. Zuweilen hinterlässt diese sich fortbewegende Masse auf ihrer Bahn keine Spur von Licht, zu anderen Zeiten bleibt kurze Zeit hindurch noch ein Lichtstreifen daselbst übrig; der scheinbare Stern bleibt entweder ein einziger oder er sprüht scheinbar Funken. Werden diese Erscheinungen grösser, so sind es die eigentlichen Feuerkugeln. Es erscheint dann ein leuchtender Punkt, ungefähr wie eine Sternschnuppe, oder ein kleines, lichtes, bald nachher sich entzündendes Wölkchen, oder ein, bisweilen auch mehrere parallele lichte Streifen, aus denen sich nachher ein weiter fortgehender leuchtender Körper zusammenballt. Dieser Körper bewegt sich mit grosser Geschwindigkeit, die gewöhnlich anfangs der des Laufes der Weltkörper gleichkommt, bisweilen in Bogensprüngen, weiter fort und zwar so, dass daran ebensowohl die Wirkung einer tangentialen Bewegung, als die Wirkung der Schwere unverkennbar ist; er vergrössert sich und bildet sich zu einer feurigen Kugel aus, welche Flammen, Rauch und Funken auswirft. Diese Feuerkugel zieht gewöhnlich einen Schweif nach sich, der zunächst an der Kugel aus Flammen, die sich hinterwärts zuspitzen, und weiter nach hinten aus dem nachgelassenen Rauche und Dampfe besteht und bisweilen auch in

die Länge gezogene Theile der Substanz selbst enthält: auch ist sie bisweilen von abgesonderten Theilen, die sich zu kleinen Feuerkugeln ausbilden, begleitet. Endlich zerspringt die Feuerkugel mit vielem Getöse und heftiger Erschütterung der Luft; bisweilen zerspringen auch wohl Theile derselben noch einmal, und es fallen sodann die Bestandtheile, welche nicht vorher als Rauch und Dampf verflüchtigt worden sind, als Steine oder Eisenmassen, Meteorsteine, nieder. Bei Tage wird man gewöhnlich erst durch das beim Zerplatzen entstandene Getöse darauf aufmerksam, wenn die Lichterscheinung schon vorüber ist. Man sieht in solchen Fällen nichts Anderes, als ein mehr oder weniger lichtes oder dunkles Wölkchen.

Die Höhe, in welcher die Sternschnuppen über der Erde auftreten, hat man zwischen einer und 50 Meilen schwankend gefunden, ja bei einigen scheint die Entfernung noch bedeutender gewesen zu sein. Die Bahnrichtung ist gewöhnlich der Bewegung der Erde entgegengesetzt, und die Geschwindigkeit beträgt meist 4 bis 9 geogr. Meilen in der Secunde. Der Farbe nach hat man weisse, gelbe, gelbrothe und bisweilen auch grüne Sternschnuppen wahrgenommen.

Im Allgemeinen sind die Sternschnuppen an keine Jahreszeit, keine Witterung etc. gebunden; indessen hat man in diesem Jahrhunderte die Entdeckung gemacht, dass die in grösserer Menge auftretenden Sternschnuppenerscheinungen periodisch sich einstellen. Dies ist der Fall um den 12. November, ferner um den 10. August (9. bis 14.). Die Augustperiode fällt in die Zeit des Festes des heiligen Laurentius und die „heiligen Thränen" dieses Tages deuten wohl auf die Sternschnuppen. Wahrscheinlich giebt es noch andere Perioden und es sind daher periodische und sporadische Sternschnuppen zu unterscheiden.

Die periodischen Sternschnuppen haben wahrscheinlich ihren Grund in Strömen von Myriaden kleiner Weltkörper (Asteroiden), welche unsere Erdbahn schneiden (s. Art. Asteroiden). Hiernach müsste man sich dieselben als einen geschlossenen Ring bildend und in demselben einerlei Bahn verfolgend vorstellen. Da jedoch das Phänomen nicht in jedem Jahre in derselben Sternschnuppenfülle auftritt, so muss man annehmen, dass in diesem geschlossenen Ringe die Sternschnuppen ungleich vertheilt sind, dass es nur wenige dicht gedrängte und Schwarm-erregende Gruppen darin giebt, ferner dass eine Veränderung in der Lage der Ringe stattfinde, ein regelmässiges Fortrücken oder ein Schwanken der Durchschnittspunkte der Erdbahn und der Ringe. Vielleicht ist die Gruppirung der Körper auch sehr ungleich und ebenso ihr Abstand von einander, so dass die Erde erst in mehreren Tagen den Ring durchschneiden kann.

Im November 1799, desgleichen 1833 war der Sternschnuppenfall äusserst grossartig und man erwartet ein Gleiches 1867.

Die aus den zerplatzten Feuerkugeln herabgefallenen Steinmassen sind die sogenannten Meteorsteine, Meteorolithen oder Mondsteine. Das Herabfallen von Steinen aus der Atmosphäre und das sogenannte Steinregnen wurde lange bezweifelt. Erst 1794 und 1795 wurden zwei solche Ereignisse ausser Zweifel gestellt, und namentlich ist es Chladni's Verdienst, die Thatsache zum Austrag gebracht zu haben. Seitdem sind Meteorsteinfälle so häufig beobachtet worden, dass man deren 2000 bis 3000 jährlich für die ganze Erde berechnet hat.

Die meisten Meteorsteine sind ihrer chemischen Zusammensetzung nach einander höchst ähnlich. In allerdings relativ sehr verschiedener Menge enthalten sie Eisen, Nickel, Kobalt, Blei, Kupfer, Mangan, Chrom, Zinn, Arsenik, Kieselerde, Thonerde, Kali, Natron, Magnesia, Kalk, Phosphor, Schwefel und Kohlenstoff, also einen grossen Theil der auf unserem Planeten vorkommenden einfachen Stoffe. Kohlenstoff, Mangan, Chrom, Kobalt und Arsenik finden sich nur in sehr geringen Mengen; Nickel fehlt bisweilen ganz und wenn er vorkommt, beträgt er wenige Procente; Kalk, Schwefel und namentlich Thonerde fehlen noch viel häufiger. Magnesia, Kieselerde und Eisen machen 21 bis 56 Procent aus. Das Eisen findet sich in den Meteorsteinen häufig gediegen, dann als Schwefeleisen, Magneteisen und Chromerz; ferner kommen Zinnoxyd, Olivinkrystalle und kieselsaure Salze, namentlich kieselsaure Magnesia, vor. Ueberhaupt enthalten die Meteormassen im Ganzen genommen 41 verschiedene Mineralspecies, von denen 18 als ihnen eigenthümlich zu betrachten sind, so dass nur 23 ihnen und unserer Erde gemeinsam zukommen. Dies ist ein deutlicher Fingerzeig, dass diese Massen vor ihrem Herabfallen der Erde nicht angehört haben können. Wenn aber auch einzelne Mineralspecies den Meteormassen eigenthümlich sind, so ist dies nicht mit den elementaren Stoffen, aus denen sie bestehen, der Fall. Diese sind dieselben, wie die auf der Erde vorkommenden.

Man kann die Meteormassen in steinige und metallische unterscheiden. Jene machen bei weitem die Mehrzahl aus und zerfallen wieder in zwei Classen, nämlich in solche mit Körnern und Flittern von Meteoreisen und solche, welche von metallischen Beimengungen ganz frei sind und sich nur als ein krystallinisches Gemenge verschiedener Mineralsubstanzen darstellen. Die metallischen Meteormassen enthalten bis zu 96 Procent Eisen mit 1 bis 6 Procent Nickel.

In der äusseren Form treten die Meteormassen gewöhnlich als Bruchstücke eines grösseren Ganzen auf, dessen minder feste Theile sich im Augenblick der Explosion von dem festeren Kerne abgetrennt haben. Auswendig sind sie gewöhnlich mit einer lockeren, schwärzlichen, pechartig glänzenden Kruste überzogen in Folge des glühenden Zustandes, in welchem sie fallen. Die grösste Meteormasse ist wohl die von Tucuman bei Otampa in Laplata mit einem Gewichte von 300 Centnern.

Viele Meteormassen zeigen, wenn sie mit Säuren geätzt werden,

da diese die verschiedenen Stoffe verschieden angreifen, eigenthümliche Zeichnungen, welche man Widmannstädten'sche Figuren nennt (s. Art. Figuren, Widmannstädten'sche). Ueber den Ursprung der Meteormassen ist viel gestritten worden. Bei vielen Meteorsteinen behauptete man, sie seien aus den Vulkanen der Erde ausgeworfene und weit fortgeschleuderte Stücke. Diese Ansicht ist jetzt ganz aufgegeben, denn die Structur der Massen spricht gegen einen solchen Ursprung, abgesehen davon, dass man häufig Steinfälle beobachtet in einer Entfernung von thätigen Vulkanen, bis zu welcher die Massen unmöglich von ihnen geschleudert sein können.

Nach einer anderen Meinung sollen die Meteorsteine in der Atmosphäre der Erde entstanden sein aus metallischen, namentlich von den Hüttenwerken herrührenden Dämpfen. Nach dieser atmosphärischen Hypothese ist es jedoch schwer zu begreifen, wie die in einem weitern Raume verbreiteten Dünste sich auf einmal vereinigen und entweder eine einzige ungeheure Masse oder einen wahren Hagel von mehrere Pfunde schweren Steinen bilden können. Noch schlagender ist jedoch der aus der Beschaffenheit der Meteorsteine hergenommene Einwand, nämlich dass das in ihnen enthaltene Eisen so häufig gediegen, also nicht oxydirt ist, ein offenbarer Beweis, dass die Gegend, in welcher sie dann entstanden sind, weder Wasser noch Sauerstoff enthält.

Eine dritte Ansicht verweist uns auf den Mond. Die Meteorsteine sollen Auswürflinge der Mondvulkane sein, weshalb man dieselben auch Mondsteine genannt hat. Die Idee dieser lunarischen oder selenitischen Hypothese schliesst zwar eine physische Möglichkeit in sich ein, da ein Körper, der von dem Monde mit einer Anfangsgeschwindigkeit von 8000 Fuss vertical aufwärts in der Richtung nach der Erde hin geworfen würde, in die Anziehungssphäre der Erde gelangt; aber die Berge auf dem Monde sind entweder gar keine Vulkane, oder sie sind wenigstens nicht mehr in Thätigkeit. So heftige Ausbrüche würden uns nicht verborgen bleiben. Ueberdies könnten, selbst wenn die Meteorsteine von dem Monde ausgeworfen würden, doch nur wenige von ihnen auf die Erde fallen, die noch dazu die verschiedensten Bahnen beschreiben müssten, da die Erde auf ihrer Bahn fortschreitet. Die grosse Menge der auf die Erde fallenden Meteormassen macht also diesen Ursprung nicht wahrscheinlich.

Nach einer vierten, jetzt wohl allgemein angenommenen Hypothese sind die Meteormassen kosmischen Ursprungs, d. h. sie stammen aus dem allgemeinen Weltenraume. Chladni hat namentlich diese Ansicht mit der grössten Ausdauer und entschiedenem Geschicke und Glück vertheidigt. Abgesehen von den Fixsternen, Planeten und Kometen giebt es in dem Weltenraume noch eine grosse Menge anderer Körper, welche theils ihres geringen Volumens, theils ihrer grossen

Entfernung wegen nicht sichtbar sind. Sind diese Körper alte Gebilde, so beschreiben sie ihre eigenen Bahnen; sind sie Bruchstücke eines zersprengten Weltenkörpers, so wird ihre Bahn durch den Stoss beim Zersprengen und die allgemeine Gravitation bestimmt. Die in neuerer Zeit so zahlreich entdeckten Planetoiden scheinen für ein Zersprengen eines grösseren Körpers zu sprechen. Dann werden aber neben den grösseren Stücken unendlich viele kleinere mit umhergeschleudert sein, und da liegt die Möglichkeit nahe, dass diese auf andere grössere Himmelskörper niederfallen können, wenn sie in die Anziehungssphäre dieser gerathen. Die periodischen Sternschnuppen sind bereits oben auf Schwärme solcher kleinen Himmelskörper zurückgeführt worden, auf die sogenannten Asteroiden, und warum sollten nicht ausser diesen Schwärmen noch andere Massen im Weltenraume sich bewegen? Es erklärt sich nach dieser Ansicht leicht die grosse Höhe mancher Meteore. Die anfänglich fast horizontale, später nahe parabolische Bahn ist ferner ein Grund dafür, dass eine ursprüngliche Bewegung im Weltenraume durch die Anziehung der Erde modificirt wird. Die Bogensprünge und rückgehenden Bewegungen mancher Feuerkugeln erklären sich durch das schräge Auftreffen auf die Atmosphäre, von welcher sie dann zurückgeworfen werden. Ebenso ist die grosse Geschwindigkeit der Meteore begreifbar. Dass die Meteormassen ausserdem kurz vor ihrem Niederfallen aus kosmischer Urmaterie entstanden sein können, ist hierbei nicht ausgeschlossen. In vielen Fällen scheint das sogar entschieden der Fall zu sein. Bei manchen Meteoren mögen die Elemente, aus welchen der Stein besteht, vor dem Eintreten in die Atmosphäre noch im isolirten Zustande gewesen sein und sich erst bei der Ankunft in unserer Atmosphäre verbunden haben. Daraus würden sich auch die verschiedenen Farben der Meteore erklären, da geschmolzenes Eisen und brennender Phosphor weiss, brennender Nickel und Schwefel blau, brennendes Kupfer grün, brennender Kalk roth und brennendes Natron gelb leuchten.

Vieles ist in Betreff der aus der Atmosphäre herabfallenden Meteore noch unerklärbar. Dahin ist die Beobachtung zu rechnen, dass die Meteore häufiger nach Mitternacht sich einstellen, namentlich zwischen 2 und 5 Uhr Morgens.

Noch ist zu bemerken, dass man früher meistens annahm, die Sternschnuppen beständen aus schleimigen Massen. In vielen Fällen hat man in den dafür ausgegebenen Massen irdische Substanzen nachgewiesen, z. B. verwestes Aas von Kröten oder Fröschen, halbverdaute Ueberreste von der wieder ausgebrochenen Nahrung mancher Vögel, aufgequollenen Laich von Schnecken und dergl.

Feuermaschine nannte man früher die Dampfmaschine, später bezeichnete man so einige Feuerzeuge, nämlich das Döbereiner'sche Platinfeuerzeug und das electrische Feuerzeug (s. Art. Feuerzeug).

Feuerprobe besteht im Wesentlichen darin, dass man einen benetzten Finger oder die benetzte Hand in geschmolzenes Eisen (auch mit Kupfer, Blei und Buchdruckermetall ist es gelungen) tauchen kann, ohne das Glied zu verletzen oder auch nur eine Empfindung von Hitze zu haben. Vergl. Art. Phänomen, Leidenfrost'sches.

Feuerquelle, s. Art. Feuerbrunnen.

Feuerraum heisst der Theil einer Feuerungs- oder Heizungsanlage, in welchem die erzeugte Wärme vorzugsweise und zunächst ihre Wirkung äussern und ihre Benutzung finden soll.

Feuersammler oder Wärmesammler, s. Art. Condensator der Wärme.

Feuerschlagen bezeichnet das Entzünden von Zunder mittelst Stahl und Stein. Durch das heftige Schlagen des Stahles gegen den Stein werden kleine Stahlstückchen abgerissen und fallen glühend auf den Zunder, den sie dabei entzünden.

Feuerspeiende Berge, s. Art. Vulkan.

Feuerspritze, die, ist eine Verbindung von einer oder zwei Druckpumpen (s. d. Art.), mit einem Heronsballe (s. d. Art.), der hier gewöhnlich Windkasten genannt wird. Bei der kleineren Feuerspritze oder Handspritze ist nur eine Druckpumpe vorhanden, bei welcher das Steigventil in einen Heronsball mündet, an dessen Seite ein Schlauch als Spritzrohr oder Schlange abgeht. Das kurze Saugrohr steht entweder in einem Wasserbehälter oder durch einen Schlauch mit einem Wasserreservoir in Verbindung. — Die grosse Feuerspritze besteht aus einem mit Wasser gefüllten Kasten, in welchem zwei Druckpumpen stehen, welche mit ihrem Steigventile in einen zwischen ihnen stehenden Windkasten münden, von welchen das Spritzrohr, die sogenannte Schlange, oder ein Schlauch abgeht. Andere Spritzen s. im Art. Spritze.

Feuerthurm, s. Art. Leuchtthurm.

Feuerzeug nennt man jede Vorrichtung zu schneller Hervorbringung von Feuer, indem ein leicht entzündlicher Körper zum Glühen oder zum hellen Brennen gebracht wird. Die Zahl der Feuerzeuge ist sehr gross. Wegen des Feuerzeuges mit Stahl und Stein s. Art. Feuerschlagen; desgleichen wegen des chemischen Feuerzeuges oder der Schwefelhölzer Art. Eupyrion; ferner wegen des Brennglases und Brennspiegels die betreffenden Artikel.

Die jetzt gewöhnlichste Art Feuer anzumachen, ist die mittelst der Streichhölzchen durch Reiben. Der wesentlichste Theil der Streichhölzchen ist entweder chlorsaures Kali oder noch häufiger Phosphor, mit welchem vorher in Schwefel eingetauchte Hölzchen an der Spitze überzogen sind. Die bei der ersten Art verwendete Masse besteht aus feingepulvertem rohen Spiessglanz, mit Leimwasser zu einem Brei gerieben, und einem Zusatze von fein geriebenem chlorsauren Kali im

Verhältniss von 3 Theilen von diesem zu 1 Theile von jenem. Zu Phosphorstreichhölzchen giebt es eine grosse Anzahl von Vorschriften, doch kommen alle im Wesentlichen auf eine Masse hinaus, die aus einem innigen Gemenge von fein geschlämmtem Braunstein, Salpeter, Phosphor und Gummischleime besteht.

Die Platin-Feuermaschine oder das Döbereiner'sche Feuerzeug, welches seit 1823 weit verbreitet war und nur durch die Streichhölzer vielfach verdrängt worden ist, beruht auf der von Döbereiner in Jena gemachten Entdeckung, dass Platinschwamm (fein zertheiltes Platin) in Berührung mit Wasserstoffgas und atmosphärischer Luft erst roth-, dann weissglühend wird, so dass sich der Wasserstoffgasstrom selbst daran entzündet. Vergl. Art. Absorption.

Diese Platin-Feuermaschine verdrängte ihrerseits die vordem sehr verbreitete electrische Lampe oder das electrische Feuerzeug. Hier handelte es sich darum, Wasserstoffgas, welches in die atmosphärische Luft ausströmt, durch den electrischen Funken zu entzünden. Der Mechanikus Brander in Augsburg scheint durch die electrische Pistole bald nach 1777 zuerst auf die Construction dieses Feuerzeuges gekommen zu sein, wiewohl auch Fürstenberger zu Basel darauf Ansprüche haben dürfte. Die Entzündung des auf ähnliche Weise wie bei dem Döbereiner'schen Feuerzeuge erzeugten Wasserstoffgases erfolgt durch den electrischen Funken eines Electrophors.

Weniger zu den praktischen Feuerzeugen ist das pneumatische Feuerzeug oder Tachopyrion (Schnellfeuermacher) zu rechnen. Es ist dies ein interessantes physikalisches Instrument, insofern mit demselben die Thatsache erwiesen wird, dass blos durch schnelle Zusammenpressung der Luft so viel Wärme entwickelt wird, dass dadurch leicht brennbare Körper entzündet werden können. Es besteht im Allgemeinen aus einem auf der einen Seite geschlossenen, auf der anderen offenen hohlen Cylinder, der zu physikalischen Zwecken gewöhnlich von Glas ist, um den inneren Vorgang bequem übersehen zu können. Ein Kolben an einem eisernen Stiele lässt sich luftdicht in den Cylinder hineinstossen, und vollzieht man diesen Stoss möglichst schnell und zieht ebenso schnell wieder heraus, so ergiebt sich, dass ein unter dem Kolben an einem Häkchen befestigtes Stückchen von Zündschwamm in Brand gerathen ist. Die Veranlassung zur Construction dieses Feuerzeuges gab die Beobachtung eines Arbeiters in der Gewehrfabrik zu Etienne, dass bei der Compression der Luft in der Ladungspumpe einer Windbüchse Wärme erzeugt werde. Prof. Mollet in Lyon erfuhr hiervon und theilte es Charles in Paris mit. Das Feuerzeug wird auch Mollet's Pumpe genannt oder Compressionsfeuerzeug.

Fiddel, s. Art. Strohfiddel.

Figurabilität drückt aus, dass alle Körper einen bestimmten endlichen Raum erfüllen, dessen Grenzen die Vorstellung der Gestalt

oder Figur bedingen. Vergl. Art. Aggregatsformen. Die festen Körper haben eine selbständige Gestalt.

Figuren nennt man in der Physik eigenthümliche regelmässige Zeichnungen oder Bilder, die unter verschiedenen Umständen auf der Oberfläche von Körpern hervorgerufen werden. Es giebt deren eine grosse Anzahl, die mit besonderen Namen bezeichnet werden, die entweder auf die Art der Hervorrufung oder auf den Entdecker Bezug haben.

Figuren, Chladni'sche, sind die von Chladni entdeckten Klangfiguren (s. d. Art.).

Figuren, electrische, entstehen durch electrische Entladungen. Riess unterscheidet electrische Figuren, wenn die Ausdehnung der Zeichnung durch die Entladung selbst gegeben wird, und electrische Bilder, wenn die Ausdehung durch ein Modell vorher bestimmt ist. Im Allgemeinen macht man einen Unterschied zwischen primär-electrischen Figuren, hervorgerufen von Electricität, welche auf der Platte zurückgeblieben ist, und secundär-electrischen Figuren, entstanden durch eine Aenderung der Oberfläche der Platte, welche durch Electricität bewirkt worden ist.

Zu den primären Figuren gehören die Lichtenberg'schen Figuren. Mit dem Knopfe einer geladenen kleinen Flasche beschreibt man, während man die äussere Belegung in der Hand hält, auf dem Kuchen eines Electrophors beliebige Züge und beutelt dann *Semen Lycopodii* oder Schwefelblume oder Mennig darüber. War die Flasche positiv geladen, so zeigen sich verästelte Strahlen; war die Ladung hingegen negativ, so entstehen rundliche Anhäufungen. — Folgende Methode ist sehr zu empfehlen: Man lege auf den Kuchen des unelectrischen Electrophors einen Ring und auf diesen eine Metallkugel, lasse auf letztere Funken schlagen und werfe hierauf Ring und Kugel so ab, dass sie den Harzkuchen nicht berühren. — Die Bedingung zur Entstehung der Lichtenberg'schen Figuren ist, dass der Harzfläche an einer Stelle durch eine zerreissende Entladung plötzlich Electricität mitgetheilt oder entzogen wird. — Riess nennt diese Figuren Staubfiguren. Wiedemann hat statt des Harzkuchens noch andere Unterlagen versucht und gefunden, dass auf Flächen von Krystallen, welche nicht zum regulären Systeme gehören, z. B. auf Gyps, Figuren von elliptischer Form entstehen, während sonst die Erstreckung ringsherum gleichweit reicht, also kreisförmig ist.

Die electrischen Figuren von Riess, die derselbe Staubbilder nennt, werden mit Hilfe von Modellen, z. B. Stempeln oder Petschaften, hergestellt. Man stellt das Modell auf eine recht ebene einfache Pechfläche, deren Unterlage abgeleitet ist, berührt das Modell mit dem Knopfe einer geladenen Flasche, hebt dasselbe darauf an einem isolirenden Handgriffe ab, und bestäubt die Pechfläche mit einem Gemenge von

Schwefelblume und Mennige. Positive Electricität giebt die ebenen Flächen des Modells wenig und roth bestäubt, die vertieften Stellen mit krausen gelben Staubfiguren ausgefüllt, und das ganze Bild ist von einem breiten gelben Strahlenringe umfasst. War die Flasche negativ geladen, so sind die ebenen Stellen des Modells wenig und gelb bestäubt, die vertieften roth. — Hier entstehen die Bilder durch Vertheilung an den Stellen, an welchen Modell und Pechfläche in Berührung kommen.

Zu den secundären Figuren gehören die 1842 von G. Karsten entdeckten Hauchbilder, welche im Art. Hauchbilder ihre Erledigung finden. Ebenda ist auch von den Hauchfiguren gehandelt, welche Riess zuerst 1838 bemerkt hat. Die Farbenringe Priestley's im Art. Farbenringe. E. können ebenfalls hierher gerechnet werden. Zu erwähnen sind hier noch die electrolytischen Bilder von Riess und die electrischen Farbenstreifen, welche mit den optischen Farbenstreifen im Art. Farbenstreifen nicht zu verwechseln sind.

Ein electrolytisches Bild erhält man, wenn man eine Glimmerplatte von durchaus gleichmässiger Oberfläche und von höchstens 0,05 Linie Dicke auf ein mit Jodkalium getränktes Papier legt, auf die Glimmerplatte ein Modell (Stempel) stellt und darauf eine Anzahl Funken aus der Electrisirmaschine auf das Modell schlagen lässt, wobei Entladungen zum Papiere eintreten müssen. Es entsteht ein braunes Bild, indem das Jodkalium zersetzt wird. Electrische Farbenstreifen entstehen, wenn man electrische Entladungen über eine isolirende Fläche, z. B. über Glas oder Glimmer, gehen lässt. Der Weg der Entladung ist unmittelbar wahrzunehmen und erscheint auf Glimmer in Gestalt von geschlängelten Streifen, die im reflectirten Lichte wie gefärbte, von scharfen dunklen Linien eingefasste Bänder, an jeder Seite mit einer hellen, spiegelnden Franze, aussehen. Im durchgehenden Lichte sind die Streifen minder schön und nur hellgrau. — S. auch Art. Jodfiguren, electrische.

Figuren, magnetische, s. Art. Magnetismus. III.

Figuren, Nobili's, s. Art. Farbenringe. D.

Figuren, Widmanstädten'sche, entdeckt von v. Widmanstädten, entstehen auf meteorischem Eisen (s. Art. Feuerkugel), wenn man ein Stück anschleift, die ebengeschliffene Fläche mit Wachs einfasst, horizontal stellt und mit, durch 2 oder 3 Theile Wasser verdünnter, Salpetersäure übergiesst. Es zeigen sich schon nach kurzer Einwirkung der Säure matte, lichtstahlgraue Streifen auf dunklerem, eisengrauem Grunde. Je länger die Säure wirkt, desto tiefer werden die Streifen. Es hat dies darin seinen Grund, dass die Säure die chemische Verbindung von Eisen und Nickel nicht so stark angreift, als das dazwischen befindliche reine Eisen.

Filargnomon ist ein Gnomon, bei welchem durch die Oeffnung ein verticaler Faden gespannt ist. S. Art. Gnomon.

Filtriren, coliren, durchseihen, heisst eine Flüssigkeit von einem Niederschlage oder von beigemengten festen Theilchen dadurch trennen, dass man die Flüssigkeit durch eine Substanz hindurch leitet, welche wohl dieser, aber nicht den festen Theilen den Durchgang gestattet (vergl. Art. Dekantiren). Die hierbei gebrauchte Substanz (Fliesspapier, Leinwand, wollene Zeuge, Haarsiebe, Filz, Sand, gestossenes Glas, Moos, Sägespähne u. dergl.) heisst das Filtrum. Bei kleineren Filtrirungen bringt man das Filtrum in einen Trichter, der am besten von Glas ist, wenn es auf grosse Reinlichkeit ankommt. Im Grossen filtrirt man häufig durch Spitzbeutel, d. h. tutenförmige Beutel von Filz oder anderem Zeuge, die dann in einem besonderen viereckigen hölzernen Rahmen, dem sogenannten Tenakel, an scharfen Haken eingehängt werden.

Um beim Filtriren grösserer Massen durch kleine Filtra des häufigen Nachgiessens überhoben zu sein, bedient man sich häufig der Mariotteschen Flasche (s. Art. Flasche, Mariotte'sche) oder man setzt die Flasche, welche die zu filtrirende Flüssigkeit enthält, umgestülpt in den Trichter mit dem Filtrum, so dass die Mündung der Flasche noch niedriger als der Rand des Trichters steht. — Zur Reinigung des Wassers, des Oeles u. dergl. wendet man vortheilhaft das Aufwärts-Filtriren in Apparaten an, welche eigentlich Real'sche Pressen (s. Art. Presse), nur mit aufwärtsgerichtetem Gefässe sind. — Zum schnellen Filtriren kann man Apparate anwenden, welche dem Gefässe der Realschen Presse gleich, aber oben verschlossen sind, wobei dann statt des hydrostatischen Druckes eine Druckpumpe wirkt, welche die zu filtrirende Flüssigkeit einpumpt.

Filtrum ist die Substanz, durch welche filtrirt wird (vergl. Filtriren).

Findlinge, s. Art. Blöcke, erratische.

Finsterniss bezeichnet Abwesenheit alles Lichts in einem Raume. Vergl. Dunkelheit.

Finsternisse, s. Art. Mondfinsterniss und Sonnenfinsterniss.

Firmament soviel als Himmel. S. Art. Himmel.

Firn bezeichet die lockere Eismasse, welche in den oberen Höhen die Gletscher bedeckt und in den höchsten Regionen in Schnee übergeht. Vergl. Art. Gletscher.

Firnlinie hat Hugi die Grenzlinie genannt, über welcher auf den Gletschern der aus der Atmosphäre herabgefallene Schnee im Laufe des Jahres nicht mehr abschmilzt. Die Firnlinie wäre somit die Schneelinie auf einem Gletscher.

Fischbeinhygroskop oder Fischbeinhygrometer ist ein von de Luc construirtes Hygroskop, dessen wesentlichster Theil in einem etwa 8 Zoll langen Streifen Fischbein besteht, welcher von einem

platten Bartenstücke senkrecht zu den Längsfibern abgeschnitten ist. Vergl. Art. Hygrometer.

Fische, electrische, oder Krampffische. Es giebt 5 Fischgattungen, welche das Vermögen besitzen, Electricität zu entwickeln, nämlich 1) *Tetrodon* (Fahaka), 2) *Trichiurus* (Haarschwanz), 3) *Silurus* (Wels), 4) *Torpedo* (Zitterrochen) und 5) *Gymnotus* (Zitteraal). Die drei ersten Gattungen sind wenig untersucht. Ueber den *Gymnotus* im Allgemeinen ist Art. Aal, electrischer, zu vergleichen, ebenso über *Torpedo* Art. Zitterrochen. Von dem *Silurus* oder *Malapterurus electricus,* Zitterwels oder Donnerfisch oder Raasch bemerken wir an dieser Stelle, dass er sich im Nil und Senegal findet, dass nach einer Untersuchung von Bilharz das ausgedehnte, um den Körper herumliegende, electrische Organ dieses Fisches eine continuirliche Gallertmasse darstellt, die in verschiedenen Richtungen einerseits von Sehnenfasern, andererseits von baumförmigen Verzweigungen der Gefässe und Nerven durchsetzt wird, und dass der dies Organ versorgende Nerv aus einer einzigen Primitivfaser besteht, die sich in ebensoviele Aeste und Zweige theilt, als Nervenäste und Zweige in dasselbe eindringen. — *Trichiurus* gehört zu den Bandfischen. Das Charakteristische ist ein Schwanz, welcher in einen langen zusammengedrückten Faden ausgeht. *Trichiurus electricus* findet sich in einigen Flüssen Asiens. — *Tetrodon* gehört zu den Kugelfischen. Die Kinnladen sind in der Mitte durch eine Naht getheilt, als ob oben und unten zwei Zähne, wie bei den Nagethieren ständen. *Tetrodon electricus* findet sich ebenfalls nur in einigen Flüssen Asiens.

Das electrische Organ hat bei allen electrischen Fischen im Wesentlichen dieselbe Beschaffenheit und zwar spielen dabei das Gehirn, Nervenstränge und senkrechte Röhren eine Rolle. Bei dem Zitterrochen scheint die electrische Wirkung in dem Gehirne und zwar in einem der vier Lappen, aus welchen dasselbe besteht, ferner in vier besonderen Nervensträngen, welche von dem electrischen Lappen ausgehen, und in senkrechten Röhren, welche zwischen Kopf, Brust, Brustflossen und Kiemen liegen, bedingt zu sein. Die Röhren scheinen den wesentlichsten Theil auszumachen. Mehrere Hunderte von kleinen hohlen Röhren oder prismatischen Säulen, welche wieder durch horizontale Plättchen in an einander gepresste kleine Zellen getheilt sind, so dass sie den Bienenwaben gleichen, stehen neben einander. Sie sind mit einer gallertartigen, eiweissähnlichen Masse erfüllt und stehen mit einander durch durchgehende Nerven in Verbindung. Von diesen gehen in gleicher Weise Fäden zu den Kiemen, zu dem Zellgewebe und zu einer fleischigen Masse, welche längs des Rückens liegt. Die Röhren sind durch ein Sehnenhäutchen geschlossen, welches wie geronnenes Eiweiss aussieht, auswärts glatt, inwendig ölig ist und auf der inneren Fläche vieleckige Zellen zeigt. — Bei dem Zitteraale hat der Röhrenapparat seinen

Platz längs des Rückens bis zum Schwanze, und besteht im Besonderen aus vier Längsbündeln, von denen zwei grössere oben, zwei kleinere, nach dem Schwanze zu gerichtete, darunter liegen. — Bei dem Zitterrochen giebt der Rücken positive, der Bauch negative Electricität, so dass bei leitender Verbindung beider ein electrischer Strom von jenem zu diesem geht. Bei dem Zitteraale geht der Strom vom Kopfe zum Schwanze.

Die Identität des Lähmungsvermögens des Zitterrochens und der Electricität scheint Bancroft oder Musschenbroek zuerst behauptet zu haben. Walsh hat zuerst bestimmte Versuche angestellt. Seit Entdeckung der Contactelectricität sind die electrischen Fische von vielen Naturforschern studirt worden, namentlich von Galvani, A. v. Humboldt, J. Davy, Geoffroy St. Hilaire, Faraday. Man hat nicht nur den Effect der Entladungsschläge unter verschiedenen Umständen untersucht, sondern die auftretende Electricität in den verschiedensten Beziehungen verfolgt. Man hat aus den Fischen Funken gezogen, chemische Zersetzungen zu Stande gebracht, Ablenkungen der Galvanometernadel beobachtet, Stahlnadeln magnetisirt, Erwärmungen durch den Strom nachgewiesen. Die electrische Entladung und die Richtung derselben hängen von dem Willen des Thieres ab. Hierbei ist es noch unentschieden, ob eine gewisse Thätigkeit der Nerven allein die Quelle der electrischen Entladung und das Organ nur ein Verstärkungsapparat sei, oder ob die verschiedenen Theile des Organs erst durch die Nerventhätigkeit in einen Zustand versetzt werden, in welchem sie fähig werden, Electricität zu entwickeln.

Fischregen, d. h. das Herabfallen von Fischen während eines Regens ist einige Mal beobachtet worden, z. B. 1775 zu Madras während eines Sturmes. Die Fische sind durch die Gewalt des Windes zugleich mit Wasser emporgehoben, was namentlich daraus hervorgeht, dass das zugleich fallende Wasser salzhaltig zu sein pflegt.

Fistelstimme oder Fisteltöne, s. Art. Falsettöne.

Fixsterne nannte man ursprünglich Sterne, in deren gegenseitiger Lage keine Veränderung wahrgenommen wurde. In diesem Sinne ist die Bezeichnung jetzt jedoch nicht richtig, insofern man bei ihnen auch eigene Bewegungen und zwar nicht blos rotirende, sondern auch fortschreitende erkannt hat, allerdings mit einer Geschwindigkeit, die nur erst nach langen Zeiträumen merkliche Verschiedenheiten in der gegenseitigen Stellung herausstellt. Edmund Halley fand z. B. im Anfange des 18. Jahrhunderts zwischen den Angaben des Hipparch (200 v. Chr.) über den Arcturus, Aldebaran und Sirius und denjenigen von Flamsteed (1700 n. Chr.) einen so auffallenden Unterschied, dass dieser nicht von Beobachtungsfehlern herrühren konnte, sondern einer eigenen Bewegung dieser Sterne zugeschrieben werden musste. Jetzt gelten die Fixsterne als diejenigen Weltkörper, welche nicht zu unserem

Sonnensysteme gehören und nicht der Anziehung unserer Sonne unterworfen sind. Sie leuchten mit eigenem Lichte und sind Sonnen wie unsere Sonne, und diese nimmt ebenso für andere Sonnensysteme den Rang eines Fixsternes ein.

In physikalischer Hinsicht sind die Fixsterne besonders wichtig geworden, insofern die physischen Doppelsterne (s. d. Art.) die Gültigkeit des in unserem Sonnensysteme geltenden Gravitationsgesetzes (s. Art. Gravitation) auch in ihren Fernen haben erkennen lassen; ferner liefert die Aberration (s. d. Art.) einen Beweis für die Bewegung der Erde um die Sonne; ausserdem zeigt uns die für alle Fixsterne gleiche Grösse der Aberration, dass von allen das Licht mit gleicher Geschwindigkeit zu uns gelangt, und ebenso bietet uns dieselbe Aberration ein Mittel dar, aus ihr und der Geschwindigkeit der Erde auf ihrer Bahn die Geschwindigkeit des Lichtes oder aus ihr und der Geschwindigkeit des Lichtes die Entfernung der Sonne von der Erde zu berechnen. Das Licht der Fixsterne ist unpolarisirt (s. Art. Polarisation) wie das der Sonne, und insofern ist dies ein Zeichen, dass dieselben mit eigenem Lichte leuchten, da das von dem Monde und den Planeten, also von den nicht selbst leuchtenden Himmelskörpern, ausgehende Licht sich als polarisirtes und somit als reflectirtes erweist. Von dem Sonnenlichte unterscheidet sich das Fixsternlicht durch andere dunkle Linien im Spectrum (s. Art. Farben und Linien, Fraunhofer'sche), wie man z. B. am Sirius und am Pollux wahrgenommen hat. Ueber das Funkeln der Fixsterne vergl. Art. Funkeln. Durch Fernröhre erscheinen die Fixsterne selbst bei der stärksten Vergrösserung als Lichtpunkte, während wenigstens die älteren Planeten sich als Scheiben darstellen. Dies spricht für die ungemeine Entfernung der Fixsterne. Erst durch Bessel's Beobachtungen von 1837 bis 1848 an dem Doppelsterne 61 im Schwane ist das Problem, die Parallaxe (s. d. Art.) von Fixsternen zu ermitteln, gelöst worden, nachdem man sich früher vergeblich abgemüht hatte. Er suchte nicht die Parallaxe des Sternes direct zu bestimmen, sondern nur den Ueberschuss derselben über die Parallaxe eines andern, aber scheinbar nahestehenden, der mit demselben nicht physisch verbunden war. Dieser Parallaxenunterschied kann als Parallaxe des betreffenden Sternes selbst gelten, wenn die des zweiten Sternes als gänzlich unmerklich, oder als innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler liegend angenommen werden kann. Bessel bestimmte sogar die Parallaxenunterschiede des Sternes 61 im Schwane, der eine starke Eigenbewegung hat, mit zwei ihm nahestehenden Sternen, und da sich hierbei kein Unterschied der Unterschiede ergab, so war sein Resultat als Parallaxe des Sternes anzunehmen. Seitdem hat man die Parallaxe noch mehrerer (33) Fixsterne und damit ihre Entfernung und die Zeit, welche das Licht gebraucht, um von diesen Sternen zu uns zu kommen, bestimmt. Folgende Angaben sind am zuverlässigsten.

	Parallaxe.	Entfernung in Billionen Meilen.	Jahre, welche das Licht braucht.
α Centauri	0'',913	4,38	3,3
61 *Cygni*	0,3744	10,7	8
Sirius	0,230	17,4	13,1
No. 1830 des Catalogs von Groombridge	0,226	17,7	13,3
ι Ursae maj.	0,133	30	22,5
Arctur	0,127	32	24
α Lyrae (Wega)	0,107	37,3	28
Polarstern	0,106	37,7	28,3
Capella	0,046	87	65

Nach dem Glanze oder der scheinbaren Helligkeit unterscheidet man Grössenklassen, von denen 6 auf die mit unbewaffnetem Auge sichtbaren Sterne kommen. Zu der ersten Klasse gehören etwa 20 Sterne (*α* der Leyer oder Wega, *α* des Fuhrmanns oder Capella, *α* des Bootes oder Arcturus, *α* des Stiers oder Aldebaran, *α* des Orion oder Beteigeuze, *β* des Orion oder Riegel, *α* des Löwen oder Regulus, *β* des Löwen oder Denebola, *α* des Adlers oder Atair, *α* des kleinen Hundes oder Procyon, *α* des Perseus oder Algenib, *α* der Andromeda oder Sirrah, *α* des grossen Hundes oder Sirius, *α* der Jungfrau oder Spica, *α* des Scorpions oder Antares, *α* des südlichen Fisches oder Fomalhaut, *α* der Argo oder Canopus, *α* des Eridanus oder Achernar, *α* des Centauren, *α* des südlichen Kreuzes), zur zweiten 65, zur dritten 190, zur vierten 425, zur fünften 1100 und zur sechsten etwa 3200. — Die meisten Fixsterne haben ein weisses Licht, z. B. Wega, Spica; andere zeigen rothes Licht, z. B. Aldebaran, Arcturus; gelb ist z. B. Capella, Procyon; grünlich, z. B. *α* der Zwillinge; bläulich, z. B. *η* der Leyer. Doppelsterne zeigen gewöhnlich Farbenverschiedenheiten; die veränderlichen Sterne, z. B. *Mira Ceti*, sind in der Mehrheit roth. Doppler nimmt an, dass die von allen Gestirnen ausgehenden Lichtstrahlen eigentlich gleichfarbig seien, dass aber dadurch eine Farbenverschiedenheit bedingt werde, dass wir uns mit der Sonne einigen Sternen, also auch ihrem Lichte, entgegen bewegen, während wir uns von anderen entfernen, ähnlich wie ein Ton erhöht wird, wenn wir uns der Stelle, von welcher er ausgeht, nähern, und niedriger wird, wenn wir uns von derselben Stelle entfernen. Die meisten blauen und violetten Sterne stehen allerdings nach der Gegend hin, auf welche sich die Sonne jetzt zu bewegt, nämlich nach dem Sternbilde des Herkules hin, während in der entgegengesetzten sich mehr rothe und orangene finden. Die Wahrscheinlichkeit dieser Ansicht wird indessen dadurch geschwächt, dass die Eigenbewegung der Sonne zu der des Lichtes in einem zu ungleichen Verhältnisse steht.

Die vorstehenden wenigen Andeutungen über Fixsterne müssen hier genügen, wo es sich vorzugsweise um die physikalischen Verhältnisse handelt. Weiteres ist Sache der Astronomie. Nur die eine Be-

merkung möge hier eine Stelle finden, weil bereits darauf hingedeutet ist, dass die Beobachtungen darauf hinweisen, dass die Sterngruppe der Plejaden das allgemeine Bewegungscentrum für alle die Millionen Sonnen, mit Inbegriff ihrer eigenen Systeme, und bis zu den entferntesten Regionen der Milchstrasse hin zu sein scheint, nicht als ob dort ein Centralkörper oder eine Centralsonne stehe, sondern dass dort nur das Bewegungscentrum, als gemeinsamer, durch keine Masse markirter Schwerpunkt, liege. — Ferner heben wir noch hervor, dass Bessel sich durch die Unregelmässigkeiten in der Eigenbewegung des Sirius veranlasst sah, in der Nachbarschaft dieses Fixsternes eine grosse unsichtbare Masse anzunehmen, deren Gravitationswirkung jene Störungen verursache. Und am 31. Jan. 1862 ist dieser Unbekannte zu Boston von Clark sogar mittelst eines grossen Refractors gesehen worden. Auch bei den hellen Sternen Procyon, Spica, Alphard vermuthet man ein gleiches Verhältniss.

Flächenabstossung
Flächenanziehung } s. Art. Flächenkraft.

Flächenkraft bezeichnet eine Kraft, deren Sitz nur in einer unendlich dünnen Fläche angenommen wird, ohne dass dabei die Massen in Betracht kommen. Eine solche Kraft könnte man bei den Erscheinungen der Adhäsion und bei den Haarröhrchenwirkungen annehmen und zwar wäre es dann wohl gestattet, neben einer Flächenanziehung auch eine Flächenabstossung gelten zu lassen. Vergl. Art. Adhäsion und Haarröhrchen.

Flächenmass. Beim Messen einer Grösse muss eine gleichartige Grösse als Einheit zu Grunde gelegt werden, die man dann das Mass nennt. Beim Messen der Flächen ist das Mass ein Quadrat, dessen Seite dem bei der Ausmessung zu Grunde liegenden Längenmasse (s. d. Art.) gleichkommt, z. B. Quadratfuss, Quadratruthe, Quadratmeile, Quadratmeter, Quadratyard etc.

Flächenmikrometer nennt man im Gegensatze zu den Fadenmikrometern und dioptrischen Mikrometern diejenigen, bei welchen Flächen (Kreise oder Dreiecke) zur Verwendung kommen. Näheres im Art. Mikrometer. 2.

Flageolettöne sind sehr hohe Töne, die auf Saiteninstrumenten dadurch hervorgerufen werden, dass der Spieler die Saite in irgend einem Theilpunkte sanft mit dem Finger berührt und sie dann leise mit dem Bogen streicht, wodurch sie von selbst durch stehende Schwingungen in aliquote Theile getheilt wird. Die Töne sind darum sehr hoch, weil die schwingenden Theile im Verhältniss zur ganzen Saite sehr klein sind und nun die Schwingungen in demselben Verhältnisse schneller ausfallen. Aehnlich ist es bei den Tönen der Aeolsharfe. Vergl. Art. Ton.

Flamme ist der einen brennenden Körper umgebende Raum, in welchem eine Verbrennung von Gasen stattfindet. Bei feuerbeständigen, nicht flüssigen, festen Körpern entsteht blos ein Glühen; bei an sich

gasförmigen Körpern oder solchen, welche beim Verbrennen blos Gasarten entwickeln, entsteht stets eine Flamme; entstehen flüchtige und nicht flüchtige Producte zugleich, so zeigt sich Gluht und Flamme. Das Nähere gehört in das Gebiet der Chemie. In physikalischer Beziehung ist nur noch zu bemerken, dass das Licht brennender fester und tropfbarflüssiger Körper polarisirt ist, aber das der brennenden Gasarten nicht. In electrischer Hinsicht ist die Flamme leitend. An Flammen zeigt sich ferner eine diamagnetische Abstossung. Vergl. überdies in Betreff des Lichtes der Flammen Art. Spectrum.

Flammenbogen, s. Art. Lichtbogen, Volta'scher.

Flasche, Bologneser, ist ein dickwandiger, rasch abgekühlter Glaskolben, an welchem die Nothwendigkeit, das Glas bei der Anfertigung langsam kalt werden zu lassen oder zu kühlen, erwiesen wird. Da durch die schnelle Abkühlung die Oberfläche sofort erstarrt, die innern Theilchen aber mehr Zeit behalten, sich gehörig zu lagern; so ist eine ungleiche Spannung in den Glastheilen die Folge, so dass durch die geringste Verletzung der Zusammenhang aufgehoben wird. Bologneser Flaschen ertragen einen starken Stoss; aber lässt man einen scharfen Feuersteinsplitter in eine solche hineinfallen, der das Glas nur im Geringsten ritzt, so zerspringt die Flasche. Mit den Glasthränen hat es dieselbe Bewandtniss. Gusseisernen Gegenständen sucht man ihre Sprödigkeit durch das Adouciren oder Tempern (s. Art. Tempern) zu nehmen.

Flasche, electrische, oder Kleist'sche, oder Leydner, auch Verstärkungsflasche oder Ladungsflasche genannt, ist im Grunde eine Franklin'sche Tafel, nur in anderer Form (s. Art. Tafel, Franklin'sche). Sie besteht aus einem blasen- und körnerfreien Glasgefässe, welches aussen, an den Seiten und am Boden, bis auf einige Zoll vom Rande mit Stanniol beklebt ist. Hat die Flasche eine weite Oeffnung (nimmt man z. B. ein Einmacheglas), so wird dieselbe auch inwendig auf gleiche Weise überklebt, andernfalls füllt man das Innere mit einer leitenden Substanz, z. B. mit Eisen- oder Kupferfeilspähnen. Diese leitenden Theile der Flasche nennt man innere und äussere Belegung. Der nicht belegte Theil des Glases wird überfirnisst, und von der inneren Belegung lässt man einen Metallstab aus der Flaschenmündung herausragen, welcher in eine Metallkugel endigt. Bringt man die äussere Belegung mit der Erde in leitende Verbindung, indem man von ihr eine Kette abgehen lässt oder sie mit der einen Hand anfasst, und lässt dann aus dem Conductor einer Electrisirmaschine oder aus dem Deckel eines Electrophors Funken in die Kugel der inneren Belegung schlagen, so wird die Flasche geladen. Dasselbe geschieht auch, wenn man umgekehrt verfährt und die Funken auf die isolirte äussere Belegung schlagen lässt, während die innere mit der Erde in leitender Verbindung steht. Bringt man hierauf die beiden Belegungen

in leitende Verbindung, so erfolgt ein electrischer Schlag mit lautem Knacken und lebhaftem Lichte.

Die erste Beobachtung des verstärkten electrischen Schlages machte am 11. October 1745 der Domherr v. Kleist zu Camin in Pommern, als er eine Flüssigkeit electrisiren wollte; im Januar 1746 beobachtete Cunäus in Leyden dieselbe Erscheinung bei dem Versuche, Feilspähne zu electrisiren. Cunäus theilte seine Beobachtung den Professoren Allaman und Musschenbroek mit, welche den Versuch mit Erfolg wiederholten, und die Bestimmungsstücke erkannten. Die oben angegebene Einrichtung der Flaschen rührt von Bevis (1748) her. Franklin gab bereits 1747 eine Erklärung nach seiner Theorie und kam dabei auf die nach ihm benannte Tafel.

Nach R. Symmer's Hypothese bindet jeder Funke, der in die eine Belegung gebracht wird, eine entsprechende Menge entgegengesetzter Electricität auf der andern mit der Erde in leitender Verbindung stehenden Belegung durch das Glas hindurch und stösst von dieser eine entsprechende Menge gleichartiger Electricität ab in die Erde, so dass man eine grössere Menge Electricität ansammeln kann, die dann bei der Entladung auf einmal zur Vereinigung kommt. Hierbei findet aber zugleich, wie die Franklin'sche Tafel erweist, eine Vertheilung im Glase statt, von welcher nach der Entladung durch Berührung noch ein schwächerer Schlag bedingt wird. Letzteres sucht man auch durch Flaschen nachzuweisen, welche auseinander genommen werden können, so dass man die innere und äussere Belegung mit ganz gleichen vertauscht. Die Franklinsche Tafel verdient indessen den Vorzug, da sie einfacher herzustellen ist.

Um recht starke Ladungen zu erhalten, vereinigt man mehrere Flaschen zu einer Batterie (s. Art. Batterie). Es ist indessen bei jeder Flasche oder Batterie eine gewisse Grenze der Ladung nicht zu überschreiten. Geschieht dies, so erfolgt eine Selbstentladung entweder durch das Glas hindurch, wobei dann die Flasche für ferneren Gebrauch unbrauchbar wird, oder über den nicht belegten Rand hinweg. Es ist nämlich die bindende Electricität stets der Quantität nach grösser als die gebundene, wie man sich aus folgendem Versuche überzeugen kann. Man setze eine geladene electrische Flasche auf eine Harzmasse oder auf einen Isolirschemel, so kann man abwechselnd aus den beiden Belegungen Funken ziehen. Es wird hierbei immer nur die nicht gebundene Electricität entfernt und es bleibt nur soviel zurück, als die Electricität der anderen Belegung zu binden vermag, was stets ein geringeres Quantum als ihr eigenes ist, weil sonst die andere Belegung keine freie Electricität zeigen könnte. Die freie Electricität kann nun bei fortgesetzter Zuführung von Electricität so gross werden, dass die Selbstentladung eintreten muss. Dieser Versuch gelingt natürlich auch mit der Franklin'schen Tafel. Auf die angegebene Art kann man eine geladene Flasche allmälig entladen. — Eine andere Art der Entladung ist folgende.

Entladet man eine electrische Flasche durch allmälige Annäherung eines mit der äusseren Belegung in Verbindung stehenden guten Leiters, so erhält man in einer bestimmten Entfernung von der inneren Belegung einen Schlag; bei grösserer Annäherung hierauf einen zweiten, aber schwächeren; bei noch grösserer Annäherung wohl noch einen dritten. Diese Schläge können nur von einem Rückstande der Electricität auf den Belegungen herrühren. Man nennt diesen Rückstand das Residuum und es sind diese Schläge nicht zu verwechseln mit dem Schlage, welchen man aus einer Flasche erhält, wenn man diese durch Berührung entladen hat, indem dieser der electrischen Vertheilung im Glase seine Entstehung verdankt, wie bereits bemerkt ist. Die Entladungen bei allmäliger Annäherung lassen sich am bequemsten mit der Lane'schen Flasche (s. Art. Flasche, Lane'sche) ausführen.

Von den Experimenten mit der electrischen Flasche heben wir folgende hervor. Fasst man eine geladene Flasche mit der einen Hand an der Belegung an, welche mit der Erde in leitender Verbindung steht, und bringt dann die andere Hand an die andere Belegung, so fühlt man bei schwacher Ladung ein Zucken der Nerven namentlich im Vorderarme, bei stärkerer Ladung auch im Oberarme und bei noch stärkerer einen empfindlichen Schmerz in der Brust, der selbst gefährlich werden kann. Mit Batterien kann man selbst grössere Thiere tödten. — Geben sich mehrere Personen die Hände und fasst die erste die äussere Belegung an und die letzte darauf die innere, so erhalten alle gleichzeitig den Schlag. — Bei Batterien benutzt man den allgemeinen oder Henley-schen Auslader (s. Art. Auslader), um den Schlag durch bestimmte Körper hindurch gehen zu lassen. Bringt man auf das Tischchen des Ausladers eine Metallschaale mit Brennspiritus, so wird dieser durch den Schlag entzündet, ebenso gepulvertes Colophonium, welches auf Baumwolle gestreut ist. Schiesspulver zu entzünden muss die Batterie stark geladen sein, aber in der Schliessung muss man einen feuchten Bindfaden anbringen, um die Entladung zu verzögern, weil sonst das Pulver nur auseinander geworfen wird. — Verbindet man die beiden Kugeln am allgemeinen Auslader durch einen sehr dünnen Eisendraht, so wird dieser durch den Schlag einer schwachen Ladung nur erwärmt, durch den einer stärkeren rothglühend und durch den einer noch stärkeren wohl gar zu Kügelchen geschmolzen. — Lässt man den Schlag durch Pappe (Kartenblatt) gehen, wobei die beiden Kugeln des Ausladers dieselbe berühren müssen, so zeigt sich ein Loch mit auf beiden Flächen aufgeworfenen Rändern. — Füllt man eine Glasröhre mit Wasser, verschliesst sie mit Korkpfropfen, durch welche umgebogene Drähte gehen, und lässt den Schlag durch, so wird gewöhnlich die Röhre zertrümmert.

Die Schlagweite einer Batterie oder Flasche ist proportional der Dichtigkeit der in derselben angehäuften Electricität, zugleich aber abhängig von der Form der Flächen, zwischen welchen der Entladungs-

funke überspringt. Die betreffenden Versuche sind mit Benutzung der Lane'schen Flasche anzustellen. Die Beschaffenheit des Schliessungsbogens ist ohne Einfluss auf die Schlagweite, ebenso auf die Electricitätsmenge, welche bei der Entladung der Batterie in der Schlagweite verschwindet. Nach Beschaffenheit des luftförmigen Mediums, durch welches die Entladung erfolgt, ist die Schlagweite verschieden und zwar scheint sie im umgekehrten Verhältnisse der Dichtigkeit zu stehen; bei verschiedenen Luftarten kommt aber noch ein eigenthümliches Leitungsvermögen oder, da sie Nichtleiter sind, eine eigenthümliche Fähigkeit, die Electricität zu zerstreuen, in Betracht.

Wegen der Dauer des electrischen Lichtes und der Geschwindigkeit der Electricität vergl. Art. Lichteindruck, wegen der chemischen Wirkungen, welche man durch Entladungen electrischer Flaschen und Batterien hervorgebracht hat, giebt Art. Chemische Wirkungen der Electricität den nöthigen Anhalt, auch ist Art. Ozon hierher zu rechnen. Eigenthümliche Wirkungen, welche durch Entladungen von Flaschen hervorgebracht werden, finden sich noch in den Artikeln: Farbenringe. E. und Figuren, electrische. In Betreff des durch eine Batterieentladung im Schliessungsbogen erregten Magnetismus verdient noch der von Riess aufgestellte Satz Erwähnung, dass die Stärke desselben der Dichtigkeit der Electricität in der Batterie direct proportional ist, aber umgekehrt proportional dem Verzögerungswerthe des Schliessungsbogens. Uebrigens ist die Richtung des Magnetismus nach der Ampère'schen Regel (s. Art. Electrodynamik) von der Richtung des Entladungsstromes abhängig.

Eigenthümliche Versuche hat Dove mit Batterien angestellt. Von zwei gleichen gut isolirten Batterien wurde die eine zuerst mittelst einer Lane'schen Flasche bis auf einen bestimmten Grad geladen, während die äussere Belegung mit der Erde leitend verbunden war. Hierauf wurde die Ableitung der äussern Belegung entfernt und diese Belegung mit der äusseren Belegung der zweiten isolirten Batterie leitend verbunden, ebenso eine Leitung der inneren Belegungen durch einen Auslader hergestellt. Hierbei springt an den inneren Belegungen ein Funke über, an der äusseren Belegung geschieht die Ausbreitung der Electricität aber ohne Funkenbildung. Es entstehen also in beiden Leitungen Ladungsströme, in welchen sich dieselbe Electricitätsmenge bewegt, nur dass bei dem einen keine Funkenbildung eintritt. Trennt man beide Batterien wieder und entladet hierauf die zweite, so erhält man einen Entladungsstrom, in welchem sich die positive und negative Electricität abgleicht, welche sich bei der Ladung getrennt in beiden Verbindungsdrähten bewegte. Von den Resultaten der zahlreichen Versuche erwähnen wir nur, dass sich Ströme von momentaner Dauer ohne Funkenbildung in beliebiger Intensität erregen lassen und dass diese identische Eigenschaften zeigen mit denen, welche durch Funkenbildung eingeleitet

werden. Die Versuche mit zwei Batterien dehnte Dove noch aus über mehrere derartig verbundene Batterien, deren Combination er eine Flaschensäule nennt. Die Batterien waren in Cascadenform (s. Art. Cascaden-Batterie) verbunden, aber die letzte stand mit einer Lane'schen Flasche in Verbindung. Bei der Entladung der Flaschensäule durch leitende Verbindung der äusseren Belegung der letzten Batterie mit der inneren der ersten zeigt sich auf dieser Schliessung ein Entladungsstrom mit Funken, zwischen den einzelnen Batterien treten aber Entladungsströme ohne Funkenbildung auf. Magnetische und physiologische Wirkungen nehmen hier im Verhältniss der verbundenen Elemente zu, ebenso steigert sich in den Verbindungsdrähten die Wärme, die Schlagweite aber im Ganzen im Verhältniss des Quadrates der verbundenen Elemente.

Flasche, Lane'sche, oder electrische Massflasche oder Ausladeelectrometer ist eine electrische Flasche, deren Knopfe ein anderer gegenübersteht, der am Ende eines verschiebbaren Drahtes befestigt ist, welcher mit der äusseren Beleguug in leitender Verbindung steht oder in solche, falls er isolirt ist, gebracht werden kann. Man kann mit solcher Flasche z. B. eine Batterie stets in gleicher Stärke laden. In diesem Falle stellt man die Batterie auf einen Isolirschemel und bringt die äussere Belegung derselben mit dem Knopfe der inneren Belegung der Lane'schen Flasche in leitende Verbindung. Ladet man die Batterie in gewohnter Weise, so erfolgen Selbstentladungen der Lane'schen Flasche und nach der Anzahl dieser Entladungen bemisst man die Ladung der Batterie. Ebenso kann man zwei Electrisirmaschinen mit einander in ihrer Wirkung vergleichen, wenn man die Entladungen in gleichen Zeiten bestimmt; desgleichen die Wirkung derselben Maschine unter verschiedenen Verhältnissen.

Flasche, Mariotte'sche, ist eine Flasche, welche in der Nähe des Bodens an der Seite mit einer Ausflussröhre versehen ist und durch deren Röhrenhals eine in einem luftdicht schliessenden Pfropfen verschiebbare beiderseits offene Röhre geht. Füllt man die Flasche mit einer Flüssigkeit und schiebt die Röhre so tief ein, dass ihr unteres Ende noch unterhalb der Seitenröhre steht, so fliessen anfangs nur einige Tropfen der Flüssigkeit aus und das Ausfliessen hört auf, falls die Seitenröhre so eng ist, dass die Flüssigkeit sich nicht theilen kann. Zieht man die Röhre empor, so dass das untere Ende derselben höher als die Seitenröhre steht, so erfolgt ein Ausfluss mit einer Geschwindigkeit, welche von dem verticalen Höhenunterschiede des unteren Endes der Halsröhre und der Seitenröhre als Druckhöhe bestimmt wird. Bei stattfindendem Ausfluss treten fortwährend Luftblasen durch die Halsröhre in das Innere der Flasche. Die Erscheinung erklärt sich einfach durch den inneren und äusseren Druck an der Ausflussröhre, da die Luft durch die Halsröhre nur auf die unter der unteren Mündung der-

selben befindliche Flüssigkeit einen Druck ausübt, der sich zu dem Drucke der zwischen beiden Röhren befindlichen Flüssigkeitsschicht addirt, während sie der über der unteren Mündung der Halsröhre befindlichen Flüssigkeit und im Innern befindlichen Luft nur das Gleichgewicht zu halten sucht. — Statt einer Seitenröhre kann man durch den Pfropfen eine zweimal rechtwinkelig gebogene Röhre mit gleich langen Schenkeln einsetzen, neben welcher dann noch die verschiebbare Röhre durch den Pfropfen geht. — Man benutzt diese Flasche beim Filtriren, indem man den Zufluss zum Filtrum so regulirt, dass derselbe gleich ist dem Abflusse durch das Filtrum. Man erspart dann das öftere Zugiessen. Auch kann man mittelst dieser Flasche das Gesetz über die Abhängigkeit der Ausflussgeschwindigkeit von der Druckhöhe, also das Torricelli'sche Problem (s. Art. Ausfluss. A.) prüfen.

Flasche, mechanische, nennt man eine Zusammensetzung zweier oder mehrerer Rollen in einem Gehäuse, welches der Kloben oder die Scheere heisst.

Flasche, Woulf'sche, ist eine Glasflasche mit zwei oder mit drei Hälsen. Diese Flaschen werden namentlich bei chemischen Versuchen gebraucht, indem man mehrere durch winkelrecht gebogene Glasröhren so verbindet, dass luftförmige Körper aus einer in die andere nur durch die in der Flasche enthaltene Flüssigkeit gelangen können.

Flaschenbarometer, s. Art. Barometer.

Flaschenelectroskop nennt man auch das Electroskop mit Korkkugeln oder Strohhalmen oder Goldblättchen (s. Art. Electroskop).

Flaschenlampe nennt man auch die sogenannte Schiebelampe, weil der Oelvorrath in einer umgestülpten Flasche enthalten ist. Hauptsache ist hierbei, dass die Mündung der Flasche mit dem richtigen Oelstande am Dochte in derselben Horizontalen liegt, weil sich dann der Oelstand zeitweise von selbst durch Ausfluss aus der Flasche, bis die Mündung wieder unter Oel steht, herstellt. Wegen dieser zeitweisen Herstellung des Oelstandes nennt man diese Lampen auch intermittirende.

Flaschensäule nennt Dove eine in Cascadenform aufgestellte Combination electrischer Batterien. Vergl. Art. Cascaden-Batterie und namentlich Art. Flasche, electrische, am Ende.

Flaschenthermometer ist das von Amonton abgeänderte Drebbel'sche Thermometer. Es ist im Wesentlichen wie ein Flaschenbarometer eingerichtet, nur dass Röhre und Flasche verschlossen sind, so dass die in der Flasche abgesperrte Luft vorzugsweise als thermometrische Substanz wirkt, ohne dass dabei der äussere Luftdruck auf den Stand der Flüssigkeit einen Einfluss ausübt.

Flaschenzug nennt man eine Verbindung von beweglichen und festen Rollen, die dabei sowohl einzeln, als in Flaschen (s. Art. Flasche, mechanische) zur Verwendung kommen. Näheres im Art. Rolle.

Fleck, gelber, s. Retina im Art. Auge.

Fleck, Mariotte'scher, ist das *punctum coecum* im Auge oder die Eintrittsstelle des Sehnerven in's Auge. Diese Stelle ist gewissermassen blind. Das directe Sehen geschieht mittelst des gelben Flecks. Vergl. Art. Auge und Sehen.

Fliegen ist die den Vögeln (mit einigen Ausnahmen), einigen Säugethieren und vielen Insecten eigenthümliche Art der Bewegung, durch welche sie im Stande sind, sich in der Luft nicht nur schwebend zu erhalten, sondern auch fortzubewegen. — Borelli, ein Neapolitaner, hat im 17. Jahrhunderte die Mechanik des Fluges zuerst wissenschaftlich zu bearbeiten versucht; dann 1781 der preuss. Consistorialrath Joh. Es. Silberschlag, aber am vollständigsten Nic. Fuss in den Petersburger Denkschriften. Auch Jos. Prechtl hat sich 1805 und 1846 um die Theorie des Fluges Verdienste erworben, desgleichen Zachariä 1823 in seiner Geschichte der Luftschwimmkunst. Auf den Flug der Schmetterlinge hat besonders Kummer in den Verhandlungen der schweizer. naturforsch. Gesellschaft Jahrg. 1849 Rücksicht genommen.

Um hier wenigstens zu zeigen, wie viele Punkte bei der Untersuchung des Vogelfluges in's Auge zu fassen sind, führen wir hier an, was Prechtl in seinen 1846 erschienenen Untersuchungen über den Flug der Vögel behandelt. A) die Naturlehre und B) die Mechanik des Fluges, und zwar A: 1) die Beschreibung der Organe, welche beim Fluge gebraucht werden und die Art ihrer Wirksamkeit; 2) die äussere Gestaltung des Vogels in Beziehung auf das Fluggeschäft; 3) die Art, wie die Organe, welche beim Fluge der Vögel thätig sind, in den verschiedenen Flugbewegungen zusammen wirken. B: 1) Untersuchungen über die Lage des Widerstandspunktes einer um eine Axe sich drehenden widerstehenden Fläche, und über das Mass des Luftwiderstandes, auf welchen sich die Hebung des Vogels durch den Flügelschlag gründet; 2) Gleichungen über die Wirkung des Flügelschlages zur Hebung des Vogels; 3) mechanische Wirkung des Flügelschlages zur Vorwärtsbewegung des Vogels; 4) Form des Flügels; 5) specielle Nachweisungen; 6) Schwerpunkt des Vogelkörpers und Einrichtungen, welche die Natur getroffen hat, um den Vögeln beim Fluge die möglichst genaue, der Bewegungsrichtung parallele Richtung ihrer Längenaxe möglich zu machen; 7) Untersuchungen über das Verhältniss des Gewichtes der Flügel zu dem des Körpers; 8) Untersuchungen über die Flügellänge; 9) über das Niedersinken und Schweben beim Fluge der Vögel; 10) Einfluss der Windströmung auf den Flug und die Hebung des Vogels; 11) Bedingungen des Flugs in höheren Luftrevieren und 12) Untersuchungen über die Muskelkraft, welche die Vögel in ihren Flugbewegungen aufzuwenden haben.

Fliehkraft, s. Art. Centrifugalkraft.

Fliessen, s. Art. Ausfluss.

Flintglas ist bleihaltiges Glas. Es spielt in der Physik eine Hauptrolle, indem es wegen seines stärkeren Farbenzerstreuungsvermögens mit Crownglas zur Herstellung achromatischer Linsengläser benutzt wird (s. Art. Achromatismus und Farben). Das Crownglas enthält im Wesentlichen Sand, Potasche — das englische meist Natron — und Salpeter; das Flintglas ausserdem noch Mennige und etwas Braunstein. Der Name Flintglas kommt von dem englischen Worte *flint* (Feuerstein), weil es früher aus Feuerstein angefertigt wurde.

Flocken bestehen aus einer lockeren und zackigen Vereinigung von Eisnadeln. Flocken fallen namentlich, wenn die Temperatur dem Gefrierpunkte nahe ist.

Flöte, die, das bekannte, gewöhnlich aus Buxbaumholz angefertigte Blasinstrument, besteht aus dem Kopfstücke mit dem Mundloche, zwei Mittelstücken mit je drei Löchern und dem Fusse mit einem durch eine Klappe geschlossenen Loche. Sind alle Löcher geschlossen, so erhält man bei schwachem seitlichen Anblasen des Mundloches den tiefsten Ton der Flöte D; die übrigen Töne werden durch stärkeres oder schwächeres Anblasen und durch das Oeffnen und Schliessen bestimmter Grifflöcher gewonnen. Je nach der Grösse ist der Grundton verschieden. Eine kleine Terz tiefer als die gewöhnliche Flöte steht die ***Flute d'amour***, eine kleine Terz höher die Terzflöte, eine Quart höher die Quartflöte, eine ganze Octave höher die Octavflöte oder Pikkelflöte oder Piccolo.

Flötenwerk nennt man die Labialpfeife (vergl. Art. Labialpfeife).

Flüchtig heisst ein Stoff, der schon bei gewöhnlicher Temperatur verdunstet, z. B. Campher, Schwefeläther. Vergl. Art. Dampfbildung.

Flüchtigkeit ist die Eigenschaft eines Körpers, leicht zu verflüchtigen. S. Art. Flüchtig.

Flügel, Woltmann'scher, ist ein Apparat zur Messung der Geschwindigkeit des fliessenden Wassers und des Windes. An einer Stossfläche (Windfahne) ist ein Flügelsystem mit einem Zählwerke angebracht, so dass die Welle der Flügel immer in der durch die Strömung bestimmten Richtung der Stossfläche liegt. Die Flügelwelle trägt eine Schraube ohne Ende, welche in ein Rad des Zählwerkes eingreift, aber nach Belieben ausgelöst werden kann. Haben bei einem Versuche die Flügel eine gleichmässige Geschwindigkeit erlangt, so wird das Zählwerk in Thätigkeit gesetzt, und aus den für eine bestimmte Zeit gemachten Angaben desselben lässt sich dann mittelst einer Formel die Geschwindigkeit der Strömung berechnen. Die Formel hängt ab von der Neigung der Flügel gegen die Stromrichtung, von der Grösse der Stossfläche, von der Dich-

tigkeit der stossenden Flüssigkeit und von der Grösse des Reibungswiderstandes in dem Apparate. Vergl. Art. Anemoskop.

Flüssigkeit bezeichnet sowohl den Zustand des Flüssigseins der flüssigen Körper, als auch diese Körper selbst. Vergl. Art. Aggregatsformen.

Flüssigkeit, gläserne und wässerige des Auges, s. Art. Auge.

Flüssigkeitsmass, das, zur Ausmessung des Volumens einer Flüssigkeit ist ein Hohlmass und gehört zu den Körpermassen, worüber Art. Körpermasse handelt.

Flüssigwerden, Schmelzen, ist der Uebergang eines festen Körpers in den tropfbarflüssigen Zustand und wird vorzugsweise durch Temperaturerhöhung herbeigeführt. Vergl. Art. Aggregatsformen und Schmelzen.

Flüstergallerien oder Sprachgewölbe sind Stellen in Gebäuden, welche durch zufällig oder absichtlich elliptischen, oder parabolischen, oder auch nur sphärischen Bau der Gewölbe das Eigenthümliche zeigen, dass das an einer bestimmten Stelle leise Gesprochene an einer anderen, ebenfalls bestimmten Stelle deutlich gehört wird, während man an den zwischenliegenden Stellen nichts vernimmt. — In der Paulskirche zu London ist ein solches Gewölbe; auch gehört das Ohr des Dionysius hierher.

Flugmaschine heisst eine Vorrichtung, mit deren Hilfe der Mensch gleich den Vögeln sich in die Luft erheben, darin schweben und sich fortbewegen kann (s. Art. Fliegen). Schon in den frühesten Zeiten hat sich bei den Menschen die Lust geäussert, den Vogelflug nachzumachen; die Geschichte von Dädalus und Icarus weist sogar in die vorhistorische Zeit zurück. Archytas von Tarent soll eine fliegende Taube aus Holz verfertigt haben. Joh. Baptista Danti liess sich zu Perugia im 17. Jahrhunderte von einem hohen Thurme herab mit einem Ruderwerke von Flügeln. Er kam mit Sausen und Brausen und flog glücklich über den Marktplatz; auch soll er sich mehrmals im Fluge auf das Wasser des Trasimenischen Sees geworfen haben. Der Uhrmacher Jacob Degen in Wien machte 1808 mit einer Flugmaschine Versuche. Durch einen Luftballon liess er sich 105 Klaftern hoch heben, löste sich dann ab und flog ganz allmälig herunter, wobei er sich durch Flügelschläge hob und umwendete, auch ohne Beschädigung unten anlangte. Eine Abbildung der Flugmaschine Degen's ist in Bertuch's Bilderbuche 1809. Bd. VI. No. 45. Im Pfennig-Magazin 1843. No. 32. S. 250 findet sich eine romanhaft klingende Fluggeschichte aus Philadelphia. Die Flugmaschine ist ein bis jetzt noch nicht gelöstes Problem.

Flugrädchen, electrisches, s. Art. Rad, electrisches.

Fluidität bezeichnet die leichte Beweglichkeit und Verschiebbarkeit

der Theilchen eines flüssigen und zwar sowohl tropfbar- als luftförmig-flüssigen Körpers.

Fluidum bedeutet überhaupt etwas Flüssiges, z. B. das hypothetische electrische Fluidum.

Fluorescenz des Lichtes bezeichnet eine eigenthümliche Lichterscheinung beim Eintritte des Lichtes in eine Anzahl von festen und flüssigen Körpern, welche von David Brewster und einige Jahre später ebenso von John Herschel entdeckt worden ist. Brewster suchte den Grund in einer inneren Dispersion; Herschel erklärte das Licht für epipolisirt (s. d. Art.); Georg G. Stokes, Prof. zu Cambridge, der das Phänomen 1852 vorzugsweise gründlich untersuchte, führte den allgemein angenommenen Namen Fluorescenz ein, der ohne auf eine theoretische Ansicht hinzudeuten von Fluor (Flussspath), indem eine gewisse Art dieses Minerals die Erscheinung zeigt, ebenso gebildet ist, wie Opalescenz von Opal.

Im Art. Epipolisirtes Licht ist Herschel's Versuch mit Chininlösung angegeben. Um das Phänomen noch näher zu charakterisiren, möge hier noch ein leicht zu beobachtender Fall eine Stelle einnehmen. Nimmt man Rinde des Rosskastanienbaumes und thut diese klein geschnitten in ein mit Wasser gefülltes Bierglas, so bemerkt man schon nach wenigen Minuten, wenn man unter einem spitzen Winkel mit dem einfallenden Lichte in das Wasser blickt, dass ein blaues Gewölk dasselbe durchzieht, während man im durchgelassenen Lichte nichts wahrnimmt. Nach etwa einer halben Stunde sieht die Flüsigkeit im durchgelassenen Lichte gelblich aus, in der Richtung unter einem rechten Winkel zum einfallenden Lichte betrachtet zeigt sich aber wieder die blaue Färbung auf der Vorderseite. Bedeckt man die Vorderseite des Glases mit Papier und bringt in diesem etwa in der Mitte der Flüssigkeitshöhe ein Loch von etwa einem halben Zoll Durchmesser an, auf welches man dann das Sonnenlicht durch ein Brennglas concentrirt fallen lässt, so dass der Brennpunkt noch in der Flüssigkeit liegt, so sieht man beim Hineinblicken in dieselbe von der Seite her einen blauen Kegel. — Lässt man Licht in ein dunkles Zimmer, erzeugt in bekannter Weise auf einem weissen Schirme durch Prismen ein möglichst reines Spectrum und hält nun ein mit dem Extracte der Rosskastanienrinde gefülltes Reagenzglas jenseits des äussersten Roth des Spectrums, so ist nichts Besonderes zu bemerken; führt man dann das Reagenzglas weiter in die Farben des Spectrums hinein, so zeigt sich ebenfalls nichts, sondern die Flüssigkeit verhält sich, als ob sie Wasser wäre; erreicht man aber die violette Seite des Spectrums, so schiesst ein geisterhafter Schein von blauem Lichte quer durch die Flüssigkeit. Bei weiterer Bewegung des Reagenzglases selbst über das Spectrum hinaus nimmt das blaue Licht erst an Intensität zu und verschwindet dann allmälig ganz, jedoch erst weit jenseits des violetten Endes des auf dem Schirme sichtbaren Spectrums.

Anfangs erstreckt sich das blaue Licht durch das ganze Reagenzglas, vor dem Verschwinden ist dasselbe indessen nur auf eine äusserst dünne Schicht der Flüssigkeit an der Oberfläche derselben, durch welche das Licht einfällt, beschränkt. Das Reagenzglas erscheint also beim Eintauchen in die unsichtbaren Strahlen jenseits des Violett augenblicklich erleuchtet, und es findet alsdann, so zu sagen, sichtbare Dunkelheit statt.

Das unter dem Namen Kanarienglas oder Annaglas vorkommende Uranglas ist im durchgelassenen Lichte blassgelb. Lässt man im dunklen Zimmer einen Uranwürfel von dem violetten Lichte bescheinen, welches das nahezu luftleere electrische Ei im Ruhmkorff'schen Apparate entwickelt, so wird derselbe wie selbstleuchtend mit hellgelbem Lichte. Sonnenlicht durch eine kleine Linse in das dunkle Zimmer auf einen Uranwürfel geleitet, macht diesen gelblichgrün leuchtend.

Den oben angegebenen Versuch mit einer fluorescirenden Flüssigkeit im Spectrum hat Stokes zuerst ausgeführt. Ebenso hat derselbe zuerst schlagend nachgewiesen, dass das Fluorescenzlicht von dem sonstigen farbigen Lichte wesentlich abweicht. Bei der Untersuchung eines Körpers im farbigen Lichte ist es nämlich gleichgültig, ob wir den Körper mit dem farbigen Lichte beleuchten, oder ob wir den beleuchteten Körper durch ein farbiges Mittel betrachten. Das bei der Fluorescenz erscheinende Licht zeigt sich aber verschieden von dem die Fluorescenz hervorrufenden Lichte. Lässt man z. B. Licht durch die grüne Lösung von Chlorkupfer gehen und dann erst durch eine concentrirende Linse und von dieser auf einen Uranwürfel, so ist nichts von Fluorescenz wahrzunehmen, wohl aber wenn man den fluorescirenden Würfel durch dieselbe Lösung betrachtet. Bei Anwendung der blauen Lösung von Kupferoxydammoniak bei diesem Versuche ist der Erfolg gerade umgekehrt. Die Fluorescenzfarbe verhält sich also anders als gewöhnliche Körperfarbe. — Alle Versuche zeigen, dass ein fluorescirender Körper Licht von geringerer Brechbarkeit aussendet, als er in dem auffallenden Lichte erhält, und dass es hauptsächlich die brechbareren Strahlen des Spectrums sind, welche Fluorescenz erregen; das Fluorescenzlicht zeigt sich sogar stets zusammengesetzt, wenn auch das erregende homogen war.

Wir können hier auf die verschiedenen Methoden der Untersuchung nicht näher eingehen. Das Ergebniss der Untersuchung ist gewesen, dass die Fluorescenz ein ungemein verbreitetes Phänomen ist sowohl an unorganischen, wie an organischen, sowohl an festen, wie an im Zustande der Lösung befindlichen Substanzen.

Die Ursache der Fluorescenz ist noch nicht vollständig erkannt. Man wollte die Erscheinung für eine phosphorische erklären. Dagegen spricht aber Mancherlei, namentlich dass bei der Fluorescenz die Erleuchtung sofort beginnt, wenn man das thätige Licht zulässt, und sofort aufhört, wenn man dies Licht fortnimmt; ferner dass gerade phos-

phorische Substanzen wie Schwefelcalcium und Schwefelbarium sich unempfindlich erweisen, wenn sie auf Fluorescenz geprüft werden; dass sich die Phosphorescenz noch auf die benachbarten Theile, welche nicht unmittelbar von der Erregung getroffen werden, verbreitet. — Brewster suchte die Ursache in einer inneren Zerlegung und Zerstreuung (innere Dispersion) des Lichtes und zwar in Folge von etwas dem Körper eigentlich Fremdartigen, z. B. beim fluorescirenden Flussspathe in einer ungleichen oder unvollkommenen Krystallisation, und zwar nahm er das Licht, was als reflectirtes Licht polarisirt sein sollte, aber nicht ist, als allseitig polarisirt an. — Stokes sagt, man könne nach der Emanationstheorie das Phänomen als einen neuen Fall von Lichtzersetzung betrachten, nach der Vibrationstheorie aber werde man eine Erklärung in einer Veränderung entweder der Brechbarkeit oder des Polarisationszustandes zu suchen haben. Das Letztere hat nicht den geringsten Schein von Wahrheit, und daher entschied sich Stokes dafür, dass die Fluorescenz in einer Veränderung der Brechbarkeit und zwar in einer Erniedrigung derselben bestehe, wiewohl man bisher glaubte, dass das Licht seine Brechbarkeit stets unverändert behalte. Dass durch fluorescirende Substanzen auch die unsichtbaren Strahlen jenseits des äussersten Violett sichtbar werden, wäre also eine Folge der Erniedrigung der Brechbarkeit. W. Eisenlohr kam nun um diese Erniedrigung zu erklären auf den Gedanken, dass hier eine Interferenz der kürzeren Wellensysteme Blauviolett und Ultraviolett vorliege, ähnlich wie bei der Entstehung der Combinationstöne; durch Interferenz entständen Wellen von grösserer Länge, also von geringerer Brechbarkeit. Aber wodurch wird nun die Combination der beiden Wellensysteme veranlasst? Hier würde man auf ein Verhältniss zwischen den Aetherschwingungen und den Moleculen zurückgehen müssen, und dies hat mich (Poggend. Annal. Bd. 114. S. 651) veranlasst, die Ansicht auszusprechen, dass die chemischen Strahlen jedenfalls dahin wirken, eine günstige Anordnung zum Eintritte einer chemischen Action herbeizuführen, gleichgültig ob diese Action zu Stande kommt oder nicht, d. h. dass die chemischen (violetten und ultravioletten) Strahlen die materiellen Theilchen des betreffenden Stoffes in schwingende Bewegung versetzen, wodurch die Brechbarkeit der Strahlen erniedrigt, also die Wellenlänge vergrössert werden könnte. Die Fluorescenz wäre hiernach eine Aeusserung der Einwirkung der chemischen Strahlen auf die Anordnung der Atome, durch die eine chemische Action herbeigeführt werden soll, die sich aber nicht bis zum Zustandekommen steigert. Das sofortige Aufhören der Fluorescenzerscheinung, sobald die erregenden Strahlen nicht mehr wirken, wäre dann eine Folge des sofortigen Rückgehens der Atome in die ursprüngliche Lage. Auch das bei Fluorescenzerscheinungen eintretende Leuchten wäre als Folge der angeregten Aether- und Molecülschwingungen in Folge der unter den Atomen eingeleiteten Bewegung

begreifbar. Auch liesse sich hiernach das Verhältniss zwischen Phosphorescenz und Fluorescenz wohl begreifen, wenn man annimmt, dass eine gewisse Coercitivkraft die Atome in ihrer jedesmaligen, den Umständen entsprechenden Anordnung zu erhalten sucht, dass diese Coercitivkraft je nach der Natur des Stoffes stärker oder schwächer ist, dass sie sich bei den phosphorischen Stoffen durch ihre Stärke auszeichnet, während sie bei den fluorescirenden von geringerer Intensität ist. Es wäre das Verhältniss zwischen Phosphorescenz und Fluorescenz ähnlich dem des Eisen und Stahls in Betreff der magnetischen Polarität. — Es hat mich diese Ansicht sogar noch weiter geführt und ich habe thatsächliche Belege beizubringen gesucht, dass man wohl Grund habe, neben der Fluorescenz durch chemische Strahlen auch eine Fluorescenz durch Wärmestrahlen anzuerkennen, die in einer Erhöhung der Brechbarkeit und also in einer Verkürzung der Wellenlänge bestehen würde. Für die bisher sogenannte Fluorescenz habe ich die Bezeichnung positive und für die durch Wärmestrahlen negative Fluorescenz vorgeschlagen.

Fluth, s. Art. Ebbe.

Focalweite soviel wie Brennweite, s. d. Art.

Focus bedeutet Brennpunkt. S. Art. Brennglas, Linsenglas und Brennspiegel.

Föhn nennt man auf den Alpen den bis dahin vorgedrungenen heissen Sirocco. S. Art Sirocco. Er stellt sich namentlich im Frühlinge und Herbste ein und dauert bisweilen nur einige Stunden, öfter aber auch acht und mehr Tage.

Folgepunkte, magnetische, heissen die polarischen Punkte eines Magnets, der nicht blos an seinen Enden polarisch ist. Längere Magnetstäbe zeigen bisweilen mehr als zwei Pole. Legt man einen solchen Stab in Eisenfeile, so haftet dieselbe an allen polarischen Stellen, und untersucht man einen solchen Stab mit einer kleinen Magnetnadel, welche man um denselben herumführt, so offenbart diese durch ihre Richtung ebenfalls diese Stellen.

Folie nennt man die Belegung der Glasspiegel. Das Nähere über das Belegen enthält Art. Amalgam.

Follis, aërostatischer *(follis aërostaticus)*, bezeichnet einen zur Erläuterung des mit der Fläche wachsenden Luftdrucks dienenden Apparat.

Follis, hydrostatischer (*follis hydrostaticus*), bezeichnet einen Apparat, um dasselbe für tropfbarflüssige Körper nachzuweisen. Einen Apparat letzterer Art hat s'Gravesande angegeben, einen der ersteren Muncke; doch werden sie jetzt nicht leicht benutzt. Wolff's anatomischer Heber (s. Art. Heber, anatomischer) dient zweckmässig als hydrostatischer Follis.

Fontaine, Springbrunnen, s. Art. Springbrunnen.

Fortsätze, strahlenförmige, bilden den Strahlenkranz (*corpus ciliare*) im Auge. S. Art. Auge.

Fortschreitung nennt man in der Musik den Uebergang von einem Tone zu dem folgenden in einer oder mehreren Octaven, also die Angabe der Tonleitern. Hierbei unterscheidet man diatonische, chromatische und enharmonische Fortschreitung (vergl. Chromatische Tonleiter). Eine enharmonische Fortschreitung findet statt zwischen einem durch Erhöhung entstandenen Tone und dem nächsten durch Erniedrigung gegebenen, also z. B. von *cis* zu *des*.

Fossil, s. Art. Mineral.

Foucault's Versuch betrifft den Nachweis der Axendrehung der Erde durch Beobachtung der Schwingungsebene eines freien Pendels. S. Art. Pendel. E.

Franklin's Hypothese über das Wesen der Electricität basirt auf der Annahme eines einzigen electrischen Fluidums. S. Art. Electricität.

Franklin'sche Röhre, die, ist bekannter unter dem Namen Pulshammer (s. d. Art.).

Franklin'sche Tafel, die, dient zum Nachweise der Wirkungsweise der electrischen Flaschen. S. Art. Tafel, Franklin'sche.

Frauenglas, s. Art. Marienglas.

Fraunhofer'sche Linien, eigenthümliche dunkle Linien im Spectrum. S. Art. Linien, Fraunhofer'sche.

Freie Wärme, s. Art. Gebundene Wärme.

Fresnel'sche Spiegel, die, dienen zum Nachweise der Interferenz des Lichtes. S. Art. Interferenz des Lichtes.

Friction bedeutet Reibung, s. d. Art.

Frictionselectricität oder Reibungselectricität, s. Art. Electricität.

Frictionslicht nennt man die Lichterscheinung, welche beim Reiben von Körpern an einander auftritt. An einem trockenen Schleifsteine aus Sandstein, dessen Umfangsgeschwindigkeit 6 bis 7 Fuss betrug, leuchteten Kalksteine, Alabaster, Meerschaum, Knochen, Zähne, Elfenbein, Quarz, Glas, Metalle etc., nicht aber Steinkohlen und Holz, Bernstein sehr schwach. Dass auch gleichartige Körper Frictionslicht geben, davon habe ich mich an Quarzstücken überzeugt, ebenso an Glas, wozu ich zwei gläserne Briefbeschwerer benutzte. Gleichzeitig mit dem Frictionslichte tritt ein mehr oder weniger intensiver Geruch auf, der vielleicht von Ozon herrührt.

Frictionsräder } **Frictionsrollen** } nennt man Räderpaare, welche man statt der Zapfenlager anwendet, um die Reibung zu vermindern. Ein Paar dieser Räder besteht aus zwei kleinen Rädern mit glatter Peripherie, die so neben einander gestellt sind, dass die Flächen noch zum Theil hintereinander liegen und ein von den beiden Peripherien gebildeter Winkel entsteht. Zwei solcher Paare stehen so, dass sie in den

eben angegebenen Winkeln die Zapfen einer Welle aufnehmen. Kommt die Welle in Drehung, so werden auch die Räderpaare in Drehung gesetzt und die sonst im gewöhnlichen Zapfenlager stattfindende gleitende Reibung ist dadurch in eine rollende umgewandelt. Vergl. Art. Reibung. D.

Froschpräparat nennt man einen zu galvanischen Versuchen zurechtgemachten Frosch. S. Art. Galvanismus. S. 366.

Froschregen bezeichnet eigentlich einen Regen, bei welchem Frösche mit dem Regenwasser herabgefallen sein sollen. Diesem liegt jedenfalls eine Täuschung zu Grunde und das Wahre dürfte nur darin bestehen, dass, namentlich nach längerer Trockenheit, durch den ersten Regen die Frösche in grosser Anzahl hervorgelockt werden.

Froschstrom ist nichts Anderes, als ein Muskelstrom. Nobili führte zuerst den Nachweis, dass bei Froschpräparaten durch das Galvanometer ein Strom angezeigt werde, der von den Muskeln zu den Nerven oder von den Füssen zu dem Kopfe desselben geht. Später beschäftigte sich Matteucci mit der Untersuchung dieses Stromes, am erfolgreichsten aber du Bois-Reymond. S. Art. Thierische Electricität.

Frost oder Frostwetter bezeichnet eine Temperaturerniedrigung bis unter den Eisschmelzpunkt (s. Art. Eispunkt).

Frostdampf oder Frostnebel ist ein Nebel, welcher dadurch entsteht, dass kalte Luft in wärmere, aber mit Feuchtigkeit gesättigte eindringt. Derartige Nebel zeigen sich namentlich häufig auf den Polarmeeren. S. Art. Nebel.

Frostmesser, s. Art. Kryometer.

Frostmischung ist eine Mischung zur Erzeugung einer Temperatur unter dem Eispunkte. Näheres im Art. Kältemischung.

Frostnächte, s. Art. Nachtfrost und Herren, gestrenge.

Frostnebel, s. Art. Frostdampf.

Fruchtregen bezeichnet eigentlich einen Regen, bei welchem mit dem Regenwasser Fruchtkörner herabgefallen sein sollen. In einem solchen Falle waren die Körner bei näherer Untersuchung die Früchte von *Lichen lecidea* oder von *Veronica hederaefolia*, in einem andern die Knollen von *Ranunculus Ficaria* oder von *Chelidonium minus*. Wo ein solches Ereigniss eintritt, sind jedenfalls diese Körper, welche der Unkundige wohl für Getreidekörner hält, vom Winde fortgeführt, da es nicht an Beispielen fehlt, dass der Wind selbst grössere Massen verschiedener Substanzen emporhebt und weit fortführt, ehe sie wieder herabfallen. Die Knollen von *Ranunculus Ficaria* werden wahrscheinlich gar nicht aus der Luft herabfallen, sondern, da sie nicht tief liegen, von dem Regen nur entblösst und vom Wasser fortgeschwemmt. Es beruht der Getreideregen jedenfalls auf einer Täuschung.

Frühlingslawine, s. Art. Lawine.

Fühlhebel, s. Art. Linsenglas. H.

Fulgurit bezeichnet eine Blitzröhre (s. d. Art.).

Fulgorometer bezeichnet einen Blitzmesser. S. Art. Brontometer.

Fumarolen nennt man in Italien die aus Vulkanen oder aus vulkanischen Spalten hervortretenden Rauchsäulen oder auch die Oeffnungen, aus denen diese aufsteigen. Näheres im Art. Vulkan.

Fundamentalabstand nennt man am Thermometer die Entfernung der beiden der Eintheilung zu Grunde liegenden Punkte, nämlich des Eisschmelzpunktes und des Siedepunktes. S. Art. Thermometer.

Fundamentalelectrometer nannte de Luc ein von ihm 1786 angegebenes Electrometer, welches die Verfertigung unter sich vergleichbarer Electrometer möglich machen sollte. Das Instrument ist nicht in Gebrauch gekommen, da es schwierig anzufertigen ist.

Fundamentalerscheinungen sind die Naturerscheinungen, welche nur aus der Wirkung der Naturkräfte unmittelbar erklärbar sind. Sie drücken nichts weiter aus, als die Gesetze, nach welchen die sonst unbekannten Kräfte wirken. Vergl. Art. Hypothese.

Fundamentalgesetz, s. Art. Grundgesetz.

Fundamentalkraft, s. Art. Grundkraft.

Fundamentalpunkte nennt man am Thermometer die beiden der Eintheilung zu Grunde liegenden Punkte, den Eisschmelzpunkt und Siedepunkt. S. Art. Thermometer.

Fundamentalversuche nennt man diejenigen Versuche, durch welche das Charakteristische einer Erscheinung festgestellt wird, oder welche den Ausgangspunkt für die weitere Erforschung geboten haben; z. B. Newton's Versuche über die Farben; Volta's Versuch zum Nachweis der Electricitätserregung durch Berührung etc.

Funicularmaschine bedeutet soviel als Seilmaschine.

Funke, electrischer, bezeichnet diejenige Lichterscheinung, welche bei plötzlicher Ausgleichung entgegengesetzt electrischer Zustände sich zeigt. — Es ist hierbei ein Unterschied je nach der Art der zur Ausgleichung kommenden Electricität, namentlich ob der Funke durch Reibungselectricität oder durch den galvanischen Strom oder durch Induction hervorgerufen wird.

A. Bei der Reibungselectricität (s. Art. Electricität) zeigt sich kein Funke, wenn Spitzen oder Ecken vorhanden sind, sondern dann strömt die Electricität schon bei schwacher Spannung aus und zwar im Dunkeln positive Electricität als pinselförmiges Lichtbüschel und negative Electricität unter Bildung eines Lichtpunktes (vergl. Art. Elmsfeuer und Electricität gegen Ende). Bei Tage hat sich dies Ausströmen an einer Photographie der in Berlin stehenden Amazonengruppe offenbart, indem sich nur daraus eine eigenthümliche Flammenform an der Spitze des Speeres der Amazone in dem Bilde erklären lässt. Abgerundete Körper zeigen ein Ausströmen der Electricität nur

bei sehr starker Ladung, nähert man denselben aber einen mit der Erde in Verbindung stehenden Leiter, so springen bei einer gewissen Entfernung, welche man die Schlagweite nennt, Funken unter einem eigenthümlichen knackenden Geräusche oder Knalle über. Dies sind eigentlich die sogenannten electrischen Funken im Gegensatze zu dem geräuschlosen Ausströmen des electrischen Lichtes (s. Art. Eliasfeuer). Kurze Funken erscheinen als gerade Fäden, lange hingegen sind zickzackförmig und ästig. Der Blitz ist ebenfalls solch electrischer Funke. Die Schlagweite hängt ab von der Stärke der electrischen Ladung, von der Leitungsfähigkeit der Substanz und von der Grösse der Oberfläche derselben. Im luftverdünnten Raume schlägt der Funke in grösserer Entfernung über, wie man sich mittelst des electrischen Eies (s. Art. Ei, electrisches) überzeugen kann, wenn man die beiden einander gegenüberstehenden Drähte mit kleinen Kugeln versieht, anstatt sie in Spitzen auslaufen zu lassen. Springt ein electrischer Funke auf einen Aaronsstab (s. d. Art.), oder auf eine Blitzkette (s. d. Art.), oder auf eine Blitztafel (s. d. Art.) über, so vervielfältigen sich die Funken. An guten Electrisirmaschinen, z. B. an der Winter'schen Maschine der polytechnischen Schule zu Wien, hat man Funken von 36 bis 40 Zoll Länge erhalten. Die Schlagweite einer Batterie oder Flasche ist der Dichtigkeit der in derselben angehäuften Electricität proportional, zugleich aber von der Form der Flächen abhängig, zwischen welchen der Entladungsfunke überspringt (vergl. Flasche, electrische). Wegen des geschichteten electrischen Lichtes s. Art. Schichtung und wegen der Dauer des Lichtes und der Geschwindigkeit desselben Art. Lichteindruck.

B. Der galvanische Funke zeigt sich beim Oeffnen und Schliessen einer galvanischen Säule an der Unterbrechungsstelle, wenn auch der Schliessungsdraht nur kurz ist; ein einzelnes galvanisches Element giebt jedoch nur dann — und zwar nur in Folge des Extrastromes (s. d. Art.) — einen Funken, wenn man einen sehr langen Schliessungsdraht verwendet, besonders wenn dieser in eine Spirale aufgewickelt ist. Ein Ueberspringen mit merklicher Schlagweite tritt hier nicht ein und es ist folglich der galvanische Funke im Grunde eine von dem gewöhnlichen electrischen Funken wesentlich verschiedene Erscheinung. Neef hat an seinem Hammer (s. Art. Hammer, Neef-scher) zuerst beobachtet, dass der galvanische Funke nur am negativen Pole auftritt, und zugleich darauf aufmerksam gemacht, dass dabei keine Verbrennung oder Glühung stattfinden könne, wie man sonst wohl annahm. Es geht bei dem Neef'schen Hammer die Schliessung und Oeffnung zwischen einer Platinspitze und einem Platinbleche vor sich. Geht der Strom von der Platte zur Spitze, so ist die Platte dunkel, die Spitze aber in violettes Licht gehüllt, und an dem Ende der Spitze erscheinen, wenn man das Phänomen durch ein Mikroskop betrachtet, feine Pünktchen von blendend weissem Lichte in wimmelnder Bewegung, während ausserdem

weiter ab in der violetten Hülle intensives röthliches Licht aufblitzt. Geht der Strom von der Spitze zur Platte, so breitet sich das violette Licht über die Platte aus, während die Spitze dunkel bleibt. Beim Schliessen durch Quecksilber ist der Funke wohl Folge einer Verbrennung von Quecksilber.

C. Der Inductionsfunke zeigt sich, wenn der secundäre (inducirte) Strom in einer möglichst langen Spirale von möglichst dünnem (Kupfer-) Drahte erregt wird. Am kräftigsten wirkt in dieser Hinsicht der Ruhmkorff'sche Apparat (s. Art. Maschine, Ruhmkorff-sche). Man erhält mit einem solchen Apparate Funken von nicht unbedeutender Länge (12 bis 14 Zoll); es schlagen sogar empfindliche Funken über, wenn man mit der Hand die Metallfassung berührt, welche die Polspitzen trägt. Besonders interessant sind die Lichterscheinungen beim electrischen Eie. Die negative Kugel befindet sich in einer blauen Hülle und am positiven Pole zeigt sich rothes Licht, welches von der blauen Hülle durch einen dunklen Zwischenraum getrennt ist.

Funkeln der Fixsterne oder Scintillation besteht in einem Hin- und Herzittern des Lichtes derselben. Es tritt innerhalb der Tropen deutlicher hervor und oft mit Veränderung der Farbe. Dies macht es wahrscheinlich, dass das Phänomen in der verschiedenen Beschaffenheit der Luftschichten bedingt ist. Arago hat die Erklärung auf Interferenzen (s. d. Art.) zurückgeführt. Es ist so, als ob die von dem Sterne ausgehenden Strahlen durch ein brechendes Mittel dispergirt würden, wodurch wir sie in rascher Aufeinanderfolge sehen.

Funkeninductor nennt man hier und da den Ruhmkorff'schen Apparat (s. Art. Maschine, Ruhmkorff'sche), weil man mit demselben vorzugsweise recht lange Inductionsfunken (s. Art. Funke, electrischer. C.) erhält.

Funkenmesser nennt man einen Apparat zum Messen der Länge electrischer Funken. Das Wesentliche besteht aus zwei Kugeln, die an einem mit einer Scala versehenen Stiele befestigt sind; der Stiel und die eine Kugel sind verschiebbar.

Funkenmikrometer nennt Peter Riess einen Funkenmesser oder Apparat zur Messung der Schlagweite electrischer Batterien. Er verband die innere Belegung der Batterie durch einen $1^1/_2$ Fuss langen, $^1/_4$ Linie dicken Kupferdraht mit einem verticalen auf einer dünnen Glasstange isolirten Messingzapfen, dem in derselben Höhe ein gleicher Zapfen gegenüberstand, dessen Fuss auf einem Metallschlitten befestigt war. Beide Zapfen konnten einander durch eine Mikrometerschraube genähert werden und trugen zwei messingene Kugeln. Beim Experimentiren wurde noch ein Henley'scher Auslader (s. Art. Auslader) zur Aufnahme verschiedener Drähte in den Entladungskreis eingeschaltet und die auf der äusseren Belegung freiwerdende Electricität musste

durch eine Lane'sche Flasche (s. Art. Flasche, Lane'sche) gehen.

Fuss, die Längenmasseinheit in vielen Ländern, ist von sehr verschiedener Länge. Vergl. Art. Längenmass. Folgende Zusammenstellung giebt eine Vergleichung der am häufigsten vorkommenden Fussmasse unter sich und mit dem Meter.

Meter.	Pariser Fuss.	Wiener Fuss.	Preuss. Fuss.	Englischer (russischer u. amerikanischer) Fuss.	Königl. Sächs. Fuss.
1	3,078	3,163	3,186	3,281	3,531
0,325	1	1,028	1,035	1,066	1,147
0,316	0,973	1	1,007	1,037	1,116
0,314	0,966	0,993	1	1,030	1,108
0,305	0,938	0,964	0,971	1	1,076
0,283	0,872	0,896	0,902	0,926	1

In Anhalt ist 1 Fuss = 0,314 Meter; Baden = $0^m,3$; Baiern = $0^m,292$; Braunschweig = 0 ,285; Bremen = $0^m,289$; Frankfurt a. M. = $0^m,285$; Hamburg = $0^m,286$; Hannover = $0^m,292$; Hessen, Grosshrzgth. = $0^m,25$; Hessen, Kurfürstenth. = $0^m,288$; Lübeck = $0^m,291$; Mecklenburg = $0^m,291$; Nassau = $0^m,3$; Oldenburg = $0^m,296$; Würtemberg = 0,286.

Fusspfund nennt man die bei der Messung von Arbeit (Kraftleistung) zu Grunde liegende Arbeitseinheit und man versteht darunter die Kraftanstrengung, durch welche ein Pfund einen Fuss weit fortbewegt werden kann. Die Franzosen nehmen als Einheit gewöhnlich das Meterkilogramm, d. h. die Kraftanstrengung, durch welche ein Kilogramm ein Meter weit bewegt wird. — Arbeitskraft wird gemessen durch Kraft, Weg und Zeit, z. B. durch Pferdekraft; Arbeit (Leistung einer Kraft) nur durch Kraft und Weg.

G.

Galaktometer oder Milchwaage, s. Art. Aräometer. B. S. 41. Man nennt das Instrument wohl auch Lactometer, indessen ist diese Wortbildung nicht zu billigen.

Gallon ist das englische normale Hohlmass für trockene und flüssige Dinge. Das Normalgallon wurde im Hause der Gemeinen auf-

bewahrt und dies „Imperial Standard Gallon“ hielt gesetzlich 10 *Avoir-du-poids*-Pfund Wasser bei 62° F. und 30 englischen Zoll Barometerstand, gewogen in der Luft mit messingenen Gewichten. 1 Gallon hält 277,274 engl. Cubikzoll und kommt 4,54346 Liter oder 2325,584 par. Cubikzollen gleich.

Galvanisch bedeutet contactelectrisch.

Galvanische Apparate, Erscheinungen etc. s. in den Artikeln, welche die nähere Bezeichnung ausdrücken, z. B. Batterie, Säule etc.

Galvanisirtes Eisen ist verzinktes Eisen. Das Eisen wird dadurch vor dem Rosten geschützt, indem es sich nun weniger positiv electrisch verhält.

Galvanismus, Berührungs- oder Contactelectricität, auch Galvanische oder Volta'sche Electricität oder Voltaismus genannt, ist diejenige Electricität, welche bei der Berührung zweier ungleichartiger Körper — von der Berührungsstelle aus — erregt wird. Kommen nämlich zwei ungleichartige feste Leiter (s. Art. Electricität) der Electricität mit einander in Berührung, so wird der eine positiv, der andere negativ electrisch und dabei bleibt es in Betreff der Intensität gleichgültig, ob die Berührung in wenigen oder vielen Stellen stattfindet. Körper, welche durch gegenseitige Berührung Electricität erregen, heissen electrische Erreger oder Electromotoren. Den Vorgang aber kann man vorläufig so auffassen, als ob an der Berührungsstelle eine electromotorische Kraft thätig wäre, welche die positive Electricität nach dem einen, die negative Electricität nach dem andern Körper treibt.

A. Um sich von dieser Electricitätserregung zu überzeugen, befestige man auf einem Electroskope — und zwar am zweckmässigsten auf einem Bohnenberger-Fechner'schen (s. Art. Electroskop), da dies sofort den positiven oder negativen electrischen Zustand erkennen lässt — einen Condensator (s. d. Art.), dessen untere Platte aus Kupfer besteht, und bringe diese mit einer Zinkplatte in Berührung, während man die obere ableitend berührt. Es zeigt das Instrument negative Electricität, so wie man nach Entfernung der Zinkplatte die obere Condensatorplatte abhebt. Wiederholt man den Versuch mit einem Condensator, dessen untere Platte aus Zink besteht, so zeigt sich positive Electricität, sobald die Zinkplatte mit einer Kupferplatte berührt wird. — Der Versuch gelingt mit einem Bohnenberger-Fechner'schen Electroskope sogar ohne Condensator, wenn man statt desselben eine Zink- oder Kupferplatte aufschraubt und auf diese eine mit einem isolirenden Handgriffe versehene respective Kupfer- oder Zinkplatte aufsetzt und abhebt. Zum Gelingen der Versuche ist indessen in jedem Falle nothwendig, dass die zur Berührung kommenden Stellen möglichst blank sind.

Der angegebene Versuch ist der Fundamentalversuch für die Berührungselectricität. Die Entdeckung dieser Electricitätserregung wurde

aber durch Folgendes veranlasst. Aloysius Galvani, Professor der Medicin zu Bologna, beobachtete 1789 zufällig, dass abgehäutete Froschschenkel in Zuckungen geriethen, wenn man sie mit einem Leiter berührte und gleichzeitig aus dem Conductor einer in der Nähe stehenden Electrisirmaschine ein Funke gezogen wurde. Dies war eine Folge des Rückschlags (s. Art. Gewitter und Art. Rückschlag); Galvani aber erkannte dies nicht und experimentirte weiter, weil er in den Zuckungen der Froschschenkel eine Erweckung der Lebenskraft erblickte. Bei seinen Versuchen fand er auch Zuckungen, wenn er Froschschenkel mittelst kupferner Haken an einem eisernen Balcongitter aufhing, so oft die Schenkel mit dem Eisen in Berührung kamen. Den Grund der Zuckungen vermuthete er nun in einer besonderen thierischen Electricität, welche in Folge der metallischen Verbindung von den Nerven zu den Muskeln übergehe. Alexander Volta, Professor der Physik zu Pavia, fand zwar bei Wiederholung der Versuche die Thatsache bestätigt, bemerkte jedoch, dass nur bei Verbindung der Nerven mit den Muskeln durch ungleichartige Metalle die Zuckungen entschieden auftraten. Hierdurch kam er auf den Gedanken, dass die Ursache in den ungleichartigen Metallen liegen werde, und führte nun bald den Beweis, dass durch blosse Berührung ungleichartiger Metalle Electricität entstehe. Volta, von welchem der Fundamentalversuch herrührt, ist also der eigentliche Entdecker der Berührungselectricität, Galvani hingegen hat nur die Anregung dazu gegeben. Deshalb sollte man auch diese Art der Electricitätserregung besser Voltaismus, als Galvanismus nennen. Was Galvani suchte, das ist erst 1850 durch Emil du Bois-Reymond in Berlin erwiesen worden, worüber Art. Thierische Electricität, desgl. Muskel- und Nervenstrom Näheres enthalten.

Es fragte sich nun, wie sich ungleichartige Metalle bei der Berührung verhalten, namentlich welches positiv und welches negativ werde; ferner ob auch andere Körper durch Berührung Electricität entwickeln. Hier hat sich nun herausgestellt, dass namentlich die guten Leiter Electromotoren sind und zwar dass von folgenden festen Leitern: Zink, Blei, Zinn, Eisen, Messing, Kupfer, Silber, Gold, Platin, Kohle bei gegenseitiger Berührung von irgend zweien derselben der in der Reihe voranstehende positiv, der nachstehende aber negativ electrisch wird. Dabei ergab sich, dass die Spannung der erregten Electricität um so grösser ist, je weiter die beiden Körper in dieser Reihe von einander abstehen. Deshalb nennt man die vorstehende Reihe die electrische oder galvanische Spannungsreihe. Von dieser Spannungsreihe gilt das Gesetz, dass die electrische Differenz je zweier Glieder derselben gleich ist der Summe der electrischen Differenzen der Zwischenglieder. Hiervon kann man sich überzeugen, wenn man auf dem Electroskope einen Condensator aus einer Zink- und einer Kupferplatte anbringt und

die beiden Platten durch einen Streifen aus einem beliebigen Stoffe der Spannungsreihe verbindet. Man erhält dann stets einen ebenso grossen Ausschlag, wie bei Verwendung eines Kupferdrahtes. Bringt man ferner verschiedene Glieder der Spannungsreihe in beliebiger Ordnung an einander, so ist die electrische Spannung der Endglieder nur ebenso gross, als wenn sie sich unmittelbar berührten.

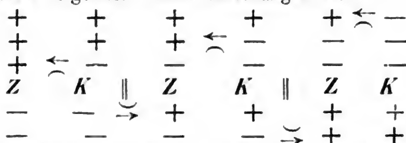
Volta war der Ansicht, dass Flüssigkeiten nicht zu den Electromotoren gehörten. Dies war ein für ihn zu entschuldigender Irrthum, da seine Apparate nicht so empfindlich waren wie die später construirten, zu welchen seine Entdeckung zum Theil die Mittel angegeben hat. Spätere Untersuchungen haben ergeben, dass, wenn Metalle mit tropfbaren Flüssigkeiten in Berührung kommen, ebenfalls electrische Zustände erregt werden, dass jedoch die Flüssigkeiten keine bestimmte Stelle in der Spannungsreihe einnehmen. — Für diese Electricitätserregung spricht bereits Folgendes. Man bringe bei dem aus einer Zink- und Kupferplatte bestehenden Condensator die Kupferplatte in Verbindung mit einem Kupferstreifen, die Zinkplatte mit einem Zinkstreifen und stelle diese beiden, ohne dass sie zur Berührung kommen, in gewöhnliches Wasser. Die Zinkplatte wird dann negativ und die Kupferplatte positiv. Die hier auftretende Electricität ist also umgekehrt als bei unmittelbarer Berührung von Zink und Kupfer, oder bei Verbindung derselben durch einen Körper der Spannungsreihe; hieran kann aber nur die Berührung der Metallstreifen mit dem Wasser Schuld sein. — Am zweckmässigsten stellt man nach Buff die Versuche über die Wirkung der verschiedenen Flüssigkeiten so an, dass man an dem Bohnenberger-Fechner'schen Electroskope einen Condensator anbringt, dessen untere, oben gefirnisste Platte aus dem zu prüfenden Metalle, dessen obere aus einer unten gefirnissten Glasplatte besteht; auf letztere ein mit der Flüssigkeit getränktes Stück Löschpapier legt; dieses mit der Metallplatte durch einen Streifen desselben Metalles in Verbindung bringt und hierauf die Glasplatte entfernt. — Von den Resultaten führen wir an, dass Zink, Platin, Kupfer in Berührung mit reinem Wasser sich negativ verhalten. Verbindet man Zink durch Platin oder Kupfer mit Wasser, so ist dasselbe positiv. Zink, Eisen und Kupfer werden in Berührung mit verdünnter Schwefelsäure negativ, Gold und Platin hingegen positiv. Platin, Gold, Kupfer, Eisen werden in Berührung mit concentrirter Salpetersäure positiv, Zink hingegen negativ.

Auch bei Berührung mit Gasarten zeigen Metalle eine Electricitätserregung und zwar hat sich dabei ergeben, dass dieselben namentlich durch Wasserstoffgas stark negativ, aber durch Sauerstoff, Chlor, Brom positiv werden.

Diese eben angegebenen Resultate bilden die Fundamentalerscheinungen der Berührungselectricität. Der Vollständigkeit wegen möge überdies noch eine kurze Andeutung über den zu galvanischen Versuchen

präparirten Frosch hier eine Stelle finden. Man schneidet den Frosch am besten mittelst einer Scheere im Bauche hinter den vorderen Extremitäten quer durch, zieht die Haut von dem Theile, an welchem sich die hinteren Extremitäten befinden, ab, schneidet dann unter dem noch vorhandenen Theile des Rückgrates mit einem scharfen Messer (Federmesser) so durch, dass die von dem Rückgrate zu den Schenkeln gehenden Nerven nicht verletzt werden, und entfernt hierauf das abgelöste, noch an den Schenkeln hängende Stück Fleisch, so dass der noch gebliebene Theil des Rückgrates nur durch die Nerven an den Schenkeln hängt. Legt man hierauf die Schenkel auf eine Metallplatte und das Stück des Rückgrates auf eine daneben liegende Platte eines anderen Metalles, so gerathen die Froschschenkel in Zuckungen, sobald man die beiden Metallplatten durch einen Leiter (z. B. durch die ausgespannte Scheere) in Verbindung setzt oder diese Verbindung unterbricht.

B. Die electrische Wirkung zweier einzelner Metallplatten ist im Allgemeinen schwach. Der Versuch diese Wirkung zu verstärken führte Volta auf die Construction der nach ihm benannten Volta'schen Säule. Man könnte auf den Gedanken kommen, eine grössere Anzahl von Plattenpaaren ohne Weiteres an oder auf einander zu schichten, so dass das Ganze isolirt ist; aber die Endplatten zeigen dann keine grössere electrische Spannung als ein einziges Paar. Der Grund hiervon liegt darin, dass die Platten der auf einander folgenden Paare ebenfalls in Berührung kommen und, da sie eine entgegengesetzte Lage haben, die Wirkung bis auf die eines einzigen Paares wieder aufheben; denn bei 100 Plattenpaaren würden 99 entgegengesetzt wirkende Paare entstehen. Es geht dies aus folgender Zusammenstellung hervor



Z K stelle Plattenpaare aus Zink und Kupfer vor. Die zwischen dem ersten Paare thätige electromotorische Kraft, angedeutet durch ⇜, treibt $+E$ nach *Z* und $-E$ nach *K* und bis zum äussersten Ende, ebenso ist es mit dem 2. und 3. Paare, so dass man an dem Zinkende $3(+E)$ und am Kupferende $3(-E)$ erhalten würde, also durch drei Plattenpaare eine dreifache Verstärkung. Aber auf der unteren Seite des obigen Schemas ist die Wirkung der Zwischenpaare noch verzeichnet. Durch Berührung des 1. und 2. Paares entsteht ein Plattenpaar *K Z* und die durch ⇝ angedeutete electromotorische Kraft treibt $+E$ nach Rechts und $-E$ nach Links, ebenso ist dies der Fall bei dem Platten-

paare, welches durch Berührung des 2. und 3. Paares entsteht. Folglich erhalten wir an dem linken Ende, d. h. am Zinkende, $3(+E)$ und $2(-E)$, mithin nur $1(+E)$ und am rechten Ende, d. h. am Kupferende, $3(-E)$ und $2(+E)$, mithin nur $1(-E)$.

Sollte eine Verstärkung der Wirkung erzielt werden, so kam es darauf an, die Bildung der Zwischenpaare zu verhindern. Volta, welcher — wie bereits angeführt worden ist — anfänglich der Meinung war, dass die flüssigen Leiter keine Electromotoren seien, brachte zwischen die einzelnen Plattenpaare mit Flüssigkeit getränkte Tuch- oder Pappscheiben, und in der That erhielt er, was er wünschte. Die Versuche mit verschiedenen Flüssigkeiten ergaben hierauf, dass namentlich eine Verstärkung eintritt, wenn man die Tuch- oder Pappscheiben mit Wasser tränkt, welches durch etwas Schwefelsäure angesäuert ist, und dies erklärt sich wieder aus der Wirkung der verdünnten Schwefelsäure auf Zink und Kupfer, indem dadurch beide zwar negativ werden, aber Kupfer verhältnissmässig weniger als Zink. Bedeutet in obigem Schema ‖ die verdünnte Schwefelsäure, so folgen von Links nach Rechts die Paare in folgender Weise: ZK, K und Schwefelsäure, Schwefelsäure und Zink und dann wieder ZK etc.; durch ZK wird $+E$ nach Links und $-E$ nach Rechts getrieben, durch K und Schwefelsäure $-E$ nach Links und $+E$ nach Rechts, durch Schwefelsäure und Zink $+E$ nach Links und $-E$ nach Rechts; durch die beiden letzten Paare kommt aber nach Links mehr $+E$ als $-E$ und nach Rechts mehr $-E$ als $+E$, weil eben Kupfer verhältnissmässig weniger negativ als Zink wird; folglich muss Links das $+E$ und Rechts das $-E$ noch durch die Wirkung der verdünnten Schwefelsäure verstärkt werden.

Bei einer isolirten Säule nimmt, wie auch bereits aus obigem Schema hervorgeht, namentlich wenn man dasselbe über mehrere Paare erstreckt, die electrische Spannung nach der Mitte ab. Der Erfahrung gemäss ist dieselbe an den Endplatten einer solchen Säule aus n Plattenpaaren nur $\frac{n}{2}$ mal so gross, als bei einem einzigen Paare; bringt man aber das eine Ende mit der Erde in leitende Verbindung, so ist dies Ende zwar unelectrisch, aber die electrische Spannung des anderen doppelt so stark, als bei der isolirten Säule. Letzteres erklärt sich daraus, dass die nicht isolirte Säule gewissermassen sich ansehen lässt als die eine Hälfte einer isolirten von doppelter Anzahl der Plattenpaare; denn bei der isolirten Säule ist die Mitte unelectrisch und bei der nicht isolirten das eine Ende.

Die Säule baut man häufig stehend; besser ist es jedoch, die Plattenpaare an einander zu ordnen, so dass man eine liegende Säule erhält, weil in jenem Falle durch das Gewicht der Säule die Flüssigkeit aus den Zwischenläppchen ausgepresst wird. Die beiden Enden der

Volta'schen Säule nennt man die Pole der Säule, und zwar den einen den positiven oder Zinkpol, den anderen den negativen oder Kupferpol. Die französischen Physiker pflegen auf das Kupferende einen feuchten Leiter und eine Zinkplatte zu legen. Diese Platten sind bei der Bestimmung der Lage der Pole nicht mit zu rechnen. Die Pole nennt man auch Electroden (Electricitätswege) und unterscheidet dann eine positive und eine negative Electrode oder Anode und Kathode. Diese Bezeichnung rührt von Faraday her. Befestigt man an jedem Pole einen Draht, so nennt man diese Schliessungsdrähte, und zwar den von dem positiven Pole ausgehenden den positiven, den anderen den negativen. Bringt man die beiden Schliessungsdrähte in Verbindung, so ist die Säule geschlossen, anderenfalls geöffnet. In der geschlossenen Säule findet, da die electromotorische Kraft fortwährend thätig ist, ein fortwährendes Ausgleichen der beiden nach entgegengesetzten Richtungen getriebenen Electricitäten statt. In dem Schliessungsdrahte sind also zwei einander entgegengesetzte electrische Ströme, ein positiver und ein negativer. Man ist übereingekommen, alle Erscheinungen auf den positiven Strom zu beziehen. Ein einziges Plattenpaar nennt man ein electrisches oder galvanisches Element. Benutzt man zur Erregung eines electrischen Stromes nur ein einziges Element, so heisst der Apparat eine einfache Volta'sche oder einfache galvanische Kette. In der einfachen Kette aus Kupfer und Zink läuft der positive Strom im Schliessungsdrahte vom Kupfer nach dem Zink, in der Säule hingegen von dem Zinkpole nach dem Kupferpole, weil die electromotorische Kraft ihren Sitz stets da hat, wo Zink und Kupfer in Berührung kommen.

Eine einfache Kette erhält man, wenn man z. B. eine Zink- und Kupferplatte durch ein zwischen gelegtes feuchtes Tuchläppchen trennt oder beide geradezu in einen Behälter mit Flüssigkeit stellt, in beiden Fällen aber dafür sorgt, dass zwischen den Platten keine metallische Berührung eintritt, und dann die beiden Platten durch an ihnen angebrachte Schliessungsdrähte verbindet. Die grossartigste einfache Kette ist Hare's Deflagrator (s. Art. Deflagrator); über sonstige Abänderungen oder Verbesserungen der ursprünglichen Volta'schen Säule handelt Art. Säule, galvanische und über Säulen mit besonderen Namen der betreffende Artikel, z. B. Bunsen'sche, Becquerel'sche etc. Säule.

C. Die Wirkungen des electrischen Stromes sind theils physikalische, theils physiologische, theils chemische.

a) Die physikalischen Wirkungen bestehen namentlich in Licht- und Wärmeerscheinungen, ausserdem in magnetischen, über welche Art. Electrodynamik handelt, und in inductorischen, die im Art.

Strom, inducirter erledigt sind. Ueber die Erregung von Tönen durch den electrischen Strom s. Art. Ton, über die Drehung der Polarisationsebene des Lichtes Art. Polarisation. A. d.

Die Lichtwirkungen bestehen in Funken, welche an der Schliessungsstelle des Stromes überspringen, oder in Erglühungen von Leitern, welche in den Schliessungskreis eingeschaltet sind. Ueber den galvanischen Funken vergl. Art. Funke, electrischer. B. In Betreff des Glühens in den Schliessungskreis eingeschalteter Leiter bemerken wir hier, dass ein Eisendraht oder Platindraht, der zwar dünn, aber doch dick genug ist, um nicht geschmolzen zu werden, durch einen starken Strom weissglühend gemacht wird. Am schönsten ist jedoch das electrische Kohlenlicht, welches an Intensität das Drummond'sche Licht noch übertrifft. Hierüber s. Art. Lichtbogen, Volta'scher.

Die Wärmewirkungen bestehen darin, dass in den Schliessungskreis eingeschaltete feste Leiter mehr oder weniger erwärmt werden. Ein dünner Draht von Eisen, Platin oder Neusilber wird schon durch ein einziges Bunsen'sches Element so erwärmt, dass man es beim Anfühlen wahrnimmt, und ist der Draht kurz, so kommt er wohl gar zum Glühen und Schmelzen. Führt man den zu erwärmenden Draht durch Terpentinöl oder Alkohol, so wird die Wärme des Drahtes der Flüssigkeit mitgetheilt und kann gemessen werden. Hierauf beruht Poggendorff's Galvanothermometer. Nach Lenz ist die Wärmeentwickelung dem Widerstande der Schliessungsdräthe und dem Quadrate der Stromstärke proportional. Nach Joh. Müller zeigt ein und derselbe Draht bei gleicher Stromstärke auch stets dieselbe Glüherscheinung, wie gross die Länge auch sein mag. Mit starken Batterien (30 bis 40 Bunsen'sche Elemente) hat man Draht von Blei, Zinn, Zink, Kupfer, Gold, Silber, Eisen und Platin geschmolzen. Eisen und Platin verbrennen mit weissem Lichte, Blei mit rothem, Zinn und Gold mit bläulich weissem, Zink mit röthlich weissem, Kupfer und Silber mit grünem. Despretz erweichte mit 600 Bunsen'schen Elementen Stäbchen von Kohle. Am wichtigsten ist die Anwendung zum Sprengen von Minen, von Felsen u. dergl., zumal man dasselbe auch unter Wasser ausführen kann. Der zum Glühen zu bringende Draht wird in einer mit Pulver oder einem anderen Zündsatze gefüllten Kapsel angebracht und die beiden Schliessungsdrähte laufen isolirt — bei Sprengungen unter Wasser in Gutta Percha gehüllt — nach der entfernt aufgestellten galvanischen Batterie. So wie die Batterie geschlossen wird, erfolgt die Explosion des Pulvers.

Die physiologischen Wirkungen treten bei Organismen, namentlich thierischen, beim Oeffnen und Schliessen des Stromes ein, wenn sich dieselben in dem Schliessungskreise befinden. Es gehören dahin die Zuckungen der Muskeln frisch getödteter Thiere; desgl. der eigenthümliche Geschmack, wenn man eine Zinkplatte unter, eine Kupferplatte über die Zunge (oder umgekehrt) legt und beide in Berührung

bringt. Im ersten Falle ist der Geschmack alkalisch, im umgekehrten säuerlich. Hieraus erklärt sich auch der eigenthümliche Geschmack des Wassers oder Weines in metallischen Gefässen. Dass ein Blutegel von einer Zinkscheibe, die auf einer etwas grösseren Kupferplatte liegt, nicht herunter kriechen kann, sondern bei jedem Versuche zurückzuckt, ist ebenfalls eine physiologische Wirkung des galvanischen Stromes; desgl. der blitzähnliche Schein, welchen man wahrnimmt, wenn man ein längliches Stück Zink an das Zahnfleisch der oberen Kinnlade und einen silbernen Löffel an das Zahnfleisch der unteren Seite legt und beide in Verbindung bringt, oder einen Schliessungsdraht auf die Lippe legt und mit dem anderen eine befeuchtete Stelle der Stirn berührt. Die Electrotherapie beruht auf der physiologischen Wirkung des galvanischen Stromes; indessen wendet man jetzt gewöhnlich in solchem Falle inducirte Ströme an.

Ueber die chemischen Wirkungen vergl. Art. Chemische Wirkungen der Electricität. Das Voltameter (s. d. Art.) zur Messung der Stärke electrischer Ströme beruht auf der Zersetzung des Wassers durch den Strom; ebenso die Bildung der Farbenringe Nobili's (s. Art. Farbenringe. D.) auf einem Niederschlage von Bleihyperoxyd und Manganhyperoxyd auf der positiven Platte. Eine wichtige Anwendung besteht darin, dass man ein Metall, welches von einer Flüssigkeit angegriffen wird, dadurch schützen kann, dass man dasselbe mit einem Metalle der Spannungsreihe in Berührung bringt, welches dabei electropositiv wird. Davy gab zuerst an, den Kupferbeschlag der Schiffe durch ein Stück Eisen oder Zink gegen das Seewasser zu schützen; ebenso benutzte v. Althaus ein Stück Zink zum Schutze der eisernen Siedepfannen gegen die Salzsoole. Ein Stück Zink schützt eine 5000mal grössere Kupferfläche, jedoch muss das Zink in ausreichender Menge vorhanden sein, wenn es längere Zeit vorhalten soll. Dass man Zinkdächer nicht mit eisernen Nägeln befestigen darf, beruht ebenfalls hierauf; denn das Zink wird rings um einen solchen Nagel unter Einwirkung der atmosphärischen Feuchtigkeit zerfressen. Vergl. auch Art. Electrolyse.

Die chemischen Wirkungen haben zu einer besonderen electrochemischen Theorie Veranlassung gegeben. Hierüber vergl. Art. Theorie, electrochemische.

Galvanographie heisst das Verfahren, durch welches Zeichnungen auf galvanoplastischem Wege copirt werden. Die Zeichnung wird mit passenden Farben auf eine silberplattirte polirte Kupferplatte aufgetragen, so dass die lichtesten Stellen ganz frei bleiben, die anderen aber um so dicker belegt werden, je dunkler sie werden sollen. Auf diese Platte wird dann durch den galvanischen Strom aus Kupfervitriollösung Kupfer niedergeschlagen und die hierdurch erhaltene Kupferplatte nach gehöriger Reinigung zum Abdrucke verwendet. Um die Galvanographie hat sich namentlich 1840 v. Kobell in München Verdienste erworben.

Smee hat statt Galvanographie die unpassende Bezeichnung Electrotinte vorgeschlagen.

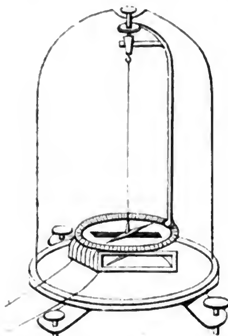
Galvanokaustik ist die von Osann erfundene Kunst, Metallplatten auf galvanischem Wege zu ätzen. Das Verfahren beruht darauf, dass der vom Kupferpole einer einfachen Volta'schen Säule übergehende Strom eine in Kupfervitriollösung aufgehängte Kupferplatte auflöst und dies Kupfer zu einer anderen mit ihr parallelen leitenden, mit der Zinkelectrode verbundenen Platte überführt. Ist daher die erste Platte an einigen Stellen mit einem Ueberzuge bedeckt, auf welchen die Kupfervitriollösung nicht wirkt, so werden nicht diese, wohl aber die übrigen Stellen aufgelöst und so muss eine Figur erzeugt werden. Als Ueberzug benutzt man einen Firniss aus zusammengeriebenem Kienruss, venetianischem Terpentin und Terpentinöl.

Galvanomagnetismus ist gleichbedeutend mit Electromagnetismus. S. Art. Electrodynamik. B.

Galvanometer, das, ist ein Instrument zur Messung der Stärke der strömenden oder dynamischen Electricität, während das Electrometer zu gleichem Zwecke bei der statischen oder Reibungselectricität verwendet wird. Kommt es nicht sowohl darauf an die Stärke eines electrischen Stromes zu messen, als den Nachweis zu führen, dass überhaupt ein Strom, wenn auch nur ein schwacher vorhanden ist, so ist das Instrument eigentlich nur ein Galvanoskop, d. h. ein Stromanzeiger. Als Galvanoskop ist daher im Grunde der Multiplicator (s. Electrodynamik. B.) mit der Magnetnadel anzusehen, wiewohl man hier auch gewöhnlich Galvanometer sagt. Durch Verwendung der astatischen Nadel hat Nobili dies Instrument nur noch empfindlicher gemacht, indem er die Multiplicatorwindungen um die untere Nadel herumführte, so dass sie zwischen der unteren und oberen Nadel durchgehen; denn während die Wirkung des Stromes auf die untere Nadel bereits für jede einzelne Windung des Multiplicators verdoppelt wird, da der Strom in dem Multiplicatordrahte in entgegengesetzten Richtungen über und unter der Nadel hinweggeht, kommt noch eine Verstärkung hinzu, indem der Strom über der unteren und unter der oberen Nadel in entgegengesetzten Richtungen zum Nordpol und Südpol verläuft. Die astatische Nadel hängt bei feineren Instrumenten unter einer Glasglocke an einem einzelnen Coconfaden; in anderen Fällen, z. B. auf Telegraphenbureaus, ist die Nadel in einer Axe in zwei Widerlagern beweglich. Durch das Nadelpaar der astatischen Nadel wird die magnetische Richtkraft der Erde nicht leicht völlig aufgehoben, da es schwer hält, beide Nadeln gleich stark polarisch zu machen; jedenfalls aber wird diese Richtkraft ungemein verringert und damit die Empfindlichkeit noch mehr gesteigert. Umstehende Figur zeigt ein Galvanometer.

Unter verschiedenen Umständen muss man Galvanometer mit verschiedenen Multiplicatoren anwenden. Geht der zu untersuchende Strom

durch Flüssigkeiten, so ist ein Multiplicator mit vielen Windungen aus feinem Drahte vorzuziehen, da die Flüssigkeit einen bedeutenden Widerstand leistet, die vielfachen Windungen aber die durch den dünnen Draht bewirkte Schwächung des Stromes wieder verstärken. Man hat Multiplicatoren von 600 bis 800 Drahtwindungen, sogar von 28000 bis 30000 Windungen in solchen Fällen benutzt. Hat man hingegen in dem Strome nur metallische Leitung, z. B. bei thermoelectrischen Strömen, so verdient ein Multiplicator aus nur wenigen Windungen eines gutleitenden dicken Drahtes den Vorzug.



Bei einer Ablenkung der Nadel bis zu 20 Grad kann man die Stromstärke noch dem Ablenkungswinkel proportional annehmen; bei grösserer Ablenkung trifft dies jedoch nicht mehr zu, da die Windungen des Multiplicator um so schwächer wirken, je weniger dieselben mit der Nadel in der Richtung übereinstimmen. Zu Messungen müsste man die Eintheilung am besten empirisch ausführen mit Zugrundelegung von Strömen, deren Stärkeverhältniss man kennt, was man durch Einschaltung bekannter Widerstände erreichen kann und wozu man sich am zweckmässigsten eines Rheostaten (s. Art. Rheostat) bedient.

Bringt man an dem Galvanometer einen Multiplicator an, welcher aus zwei gleich langen und gleich dicken, gut von einander isolirten Drähten desselben Metalles (Kupfer) besteht, die man neben einander auf den Rahmen wickelt, so erhält man das Differentialgalvanometer. Lässt man nach einander durch je einen Draht einen von zwei gleich starken Strömen, so erhält man für beide Fälle eine gleiche Ablenkung; gehen beide Ströme gleichzeitig und zwar jeder durch einen Draht, so wird die Ablenkung gleich beiden einzelnen Ablenkungen zusammen, also die doppelte. Dies bestätigt sich jedenfalls bis zu einer Gesammtablenkung von 20 Grad. Lässt man zwei ungleiche Ströme gleichzeitig in entgegengesetzter Richtung die beiden Drähte durchlaufen, so ist die Ablenkung gleich der Differenz der Ablenkungen, welche jeder Strom für sich veranlasst hätte.

Zur Messung starker Ströme hat man Galvanometer, welche electrodynamische Boussolen heissen. Hierüber handeln die Art. Sinusboussole und Tangentenboussole. Uebrigens nennt man die Galvanometer auch Rheometer d. h. Strommesser.

Galvanoplastik hat Jacobi die Kunst, durch den electrischen Strom Metalle aus geeigneten Lösungen in bestimmter Form niederzuschlagen, genannt.

Kastner scheint 1821 zuerst die Beobachtung gemacht zu haben, dass sich in einer Kupfervitriollösung eine Silbermünze mit Kupfer überzieht, wenn sie mit Zink berührt wird. Wach beobachtete 1830 den Niederschlag von metallischem Kupfer in einer Kupfervitriollösung durch den electrischen Strom. 1837 löste de la Rive einen Kupferniederschlag auf Kupfer ab und bemerkte, dass sich alle Ritze u. dergl. abgebildet hatten. Jacobi in Petersburg sprach es 1838 zuerst aus, dass man dergleichen Niederschläge zu Kunstzwecken benutzen könne, und bald darauf kündigte der Engländer Spencer an, dass er Medaillen auf diesem Wege in Kupfer copirt habe. Diese Copien nannte Spencer Electrotypen oder Voltatypen. Hierauf zeigte 1840 der Engländer Murray, dass auch auf Formen aus nicht leitenden Substanzen, z. B. aus Wachs, Stearin, Gutta Percha, ein metallener (kupferner) Niederschlag gewonnen werden könne, wenn dieselben nur vorher mit einer leitenden Substanz, z. B. fein geschlemmtem Graphit, fein überzogen worden sind.

Um galvanoplastische Niederschläge zu gewinnen, z. B. von Platten zu Kupferstichen, von Medaillen etc., bedient man sich jetzt gewöhnlich eines einzigen Smee'schen Elementes und eines hölzernen, ausgepichten oder inwendig mit Bleiplatten überzogenen Kastens, welcher die gesättigte Kupfervitriollösung enthält. Ueber den Rand des Kastens werden zwei Metallstäbe gelegt, von denen der eine mit dem positiven, der andere mit dem negativen Pole der Kette durch einen Draht leitend verbunden wird. An dem mit dem positiven Metalle verbundenen Stabe hängt als Anode eine Kupferplatte in die Lösung, an dem negativen als Kathode der Gegenstand, auf welchem ein Niederschlag bezweckt wird. Durch den electrischen Strom wird der Kupfervitriol zerlegt; das Kupfer schlägt sich auf der Kathode nieder und die freigewordene Schwefelsäure und der Sauerstoff lösen von der Anode einen entsprechenden Theil auf und bilden wieder soviel Salz als zerlegt worden ist. Ist der Niederschlag dick genug, so nimmt man den Gegenstand aus der Lösung und löst den Niederschlag ab. Je langsamer der Niederschlag erfolgt, desto schöner wird derselbe; beschleunigt man denselben durch Verstärkung des Stromes, so wird er körnig und bricht leicht.

Schon 1803 überzog Brugnatelli zwei silberne Medaillen mittelst des electrischen Stromes, indem er sie an dem negativen Pole einer Volta'schen Säule befestigte und in gesättigtes goldsaures Ammoniak brachte, mit einer Goldschicht. Später haben namentlich Elkington und Ruolz die galvanische Vergoldung und ebenso Versilberung vervollkommnet; auch ist es gelungen galvanische Ueberzüge von Platin, desgl. von Kupfer, Nickel, Zinn, Blei und Zink herzustellen. Am vortheilhaftesten haben sich Auflösungen der Cyanverbindungen in Cyankalium als Flüssigkeit, aus welcher der Niederschlag entnommen wird, erwiesen. Die Anwendung der Galvanoplastik ist jetzt eine so

mannichfache, dass hier auf dieselbe nicht näher eingegangen werden kann.

Galvanoskop oder Anzeiger eines galvanischen, selbst schwachen Stromes. S. Art. Galvanometer.

Galvanothermometer nannte Poggendorff (s. Poggend. Annal. Bd. 73. S. 361) ein thermometerartiges Instrument, um die von einem electrischen Strome in einem Drahte entwickelte Wärme zu bestimmen. Es besteht im Wesentlichen aus einer kleinen mit Alkohol gefüllten Stöpselflasche, in deren Hals eine eingetheilte Glasröhre eingerieben ist. In dem Boden der Flasche ist ein durch einen Kork verschlossenes Loch und durch diesen Kork gehen die nöthigen Drähte in das Innere. S. Art. Galvanismus C. Wärmewirkungen. S. 369.

Gandecke oder Moräne, s. Art. Gletscher.

Garnet'sche Vorrichtung an Wagenrädern besteht darin, dass die Axe des Rades nicht in einer Büchse ruht, sondern zwischen beweglichen Rädern, sogenannten Frictionsrollen (s. d. Art.), liegt.

Gas nennt man einen Körper, der unter den gewöhnlichen Umständen im luftförmigen Aggregatzustande (s. Art. Aggregatsformen) auftritt, während eine Luftart, welche man aus einem gewöhnlich tropfbarflüssigen Stoffe gewinnt, als Dampf (s. d. Art.) bezeichnet wird. Gase, welche durch Abkühlung oder durch verstärkten Druck oder durch Beides vereint in den tropfbarflüssigen Zustand übergeführt werden können, nennt man coercible Gase, diejenigen aber, mit welchen dies noch nicht gelungen ist, permanente Gase. — Das Wort Gas, mit Gäscht, Gischt, Geist und dem altdeutschen Worte „geisen" zusammenhängend, ist zuerst von van Helmont gebraucht worden; coercibel bedeutet bezwingbar und permanent soviel wie bleibend oder beständig. — Eine möglichst vollständige Zusammenstellung der bisher coercibel dargestellten Gase findet sich im Eingange des Art. Dampf. Besonders wichtige Versuche stellte 1823 Faraday an. Durch verstärkten Druck mittelst einer Compressionspumpe machte er Chlorgas tropfbarflüssig, ebenso dann schwefelige Säure, Schwefelwasserstoffgas, Kohlensäure, Cyan und Stickstoffoxydul; als er hierauf neben dem verstärkten Drucke noch ein Kältebad, also eine bedeutende Temperaturerniedrigung, anwendete, gelang es ihm ferner ölbildendes Gas, Chlorwasserstoffsäure, Ammoniak, Arsenwasserstoff, Bromwasserstoff und Jodwasserstoff tropfbarflüssig darzustellen, manche sogar als feste Körper zu gewinnen. Letzteres war z. B. der Fall mit Jodwasserstoffsäure, Bromwasserstoffsäure, schwefeliger Säure, Schwefelwasserstoff, Stickstoffoxydul, Ammoniak. Bunsen, ferner Dumas und Soubeiran haben ebenfalls hierher gehörige Versuche angestellt. Fluorkiesel, Phosphorwasserstoff, Fluorbor wurden verdichtet. Wichtig wurde die Darstellung der festen Kohlensäure durch Thilorier 1834, weil man mit ihrer Hilfe ganz bedeutende Temperaturerniedrigungen erzeugen konnte. Natterer

in Wien machte 1844 den hierzu nöthigen Apparat gefahrloser (s. Art. Natterer'scher Apparat). Sauerstoff, Stickstoff, atmosphärische Luft, Wasserstoffgas, Kohlenoxydgas, Leuchtgas haben bis jetzt allen Bemühungen, sie tropfbarflüssig zu machen, widerstanden.

Die Gase — die coercibeln, so lange sie sich noch permanent verhalten — zeigen unter verschiedenem Drucke bei derselben Temperatur Dichtigkeiten, welche dem Drucke proportional sind, oder ihre Volumina stehen mit dem Drucke im umgekehrten Verhältnisse. Dies Gesetz heisst gewöhnlich das Mariotte'sche, ist aber bereits früher, nämlich 1660 von Robert Boyle oder genauer von dessen Schüler Richard Townley entdeckt worden. Da Druck und Gegendruck sich gleich sind, so richtet sich die Expansivkraft eines Gases nach demselben Gesetze. Bezeichnen wir daher die Expansivkraft eines Gases bei dem Volumen V mit E und den Druck mit P, die stattfindende Dichtigkeit mit D, so erhalten wir: $E : E_1 = P : P_1 = V_1 : V$;

und $E : E_1 = P : P_1 = D : D_1$.

Erleidet hierbei die Temperatur T eine Aenderung und ist der Ausdehnungscoefficient des Gases für 1 Grad Wärme a (s. Art. Ausdehnung der Körper durch die Wärme. C.), so wird

$$V : V_1 = P_1 (1 + aT) : P (1 + aT_1).$$

Hieraus folgt, dass $\frac{a\,V\,P}{1 + a\,T}$ für jede Luftart eine constante Grösse ist, z. B. für atmosphärische Luft = 29,272. — Wegen der Berechnung des Volumens eines Gases unter bestimmtem Drucke und bei bestimmter Temperatur vergl. Art. Expansion.

Verschiedene Gase zeigen bei derselben Temperatur und unter demselben Drucke verschiedene Dichtigkeiten. Bei 0° C. und 760^{mm} Barometerdruck hat man folgende Dichtigkeiten gefunden, wenn die Dichtigkeit der atmosphärischen Luft als Einheit angenommen wird, die $^1/_{770}$ von der des Wassers beträgt.

	Dichtigkeit.	1 Liter wiegt in Grammen.
Jodwasserstoff	4,4288	5,7719
Chlor	2,4216	3,2088
Schwefelige Säure	2,1930	2,8489
Cyangas	1,8197	2,3467
Stickstoffoxydulgas	1,5269	1,9752
Kohlensäuregas	1,5245	1,9805
Chlorwasserstoff	1,2474	1,6205
Schwefelwasserstoff	1,1912	1,5475
Sauerstoff	1,1026	1,4323
Stickoxydgas	1,0388	1,3495
Stickgas	0,9757	1,2675
Kohlenoxydgas	0,9769	1,2431
Ammoniakgas	0,5967	0,7752
Wasserstoffgas	0,0688	0,0894

Es zeigen die verschiedenen Gase unter den normalen Verhältnissen, d. h. bei 0° C. und unter 760mm Barometerstande dieselbe, aber bei gleicher Dichte verschiedene Expansivkraft; folglich besitzt jede Gasart eine eigenthümliche oder specifische Expansivkraft und zwar stehen die specifischen Expansivkräfte verschiedener Gase im umgekehrten Verhältnisse der Dichtigkeiten. Die Dichtigkeit des Wasserstoffgases ist z. B. 14mal geringer als die der atmosphärischen Luft, aber die specifisiche Expansivkraft desselben ist 14mal grösser.

Bei derselben Temperatur und derselben Dichtigkeit sind die Expansivkräfte verschiedener Gase verschieden. Es ist also überhaupt die Expansivkraft, welche ein Gas ausübt, von der Temperatur, von der Dichtigkeit und der materiellen Beschaffenheit abhängig. Mit der Temperatur wächst, wenn das Gas eingeschlossen ist, die Expansivkraft in dem Verhältnisse, in welchem bei ungehinderter Ausbreitung, unter gleichbleibendem äusseren Drucke das Volumen durch die Temperaturerhöhung gewachsen sein würde. Früher nahm man an, dass alle Gase und Dämpfe, so lange sie sich permanent verhalten, sich bei gleichgrossen Temperaturveränderungen in gleichem Masse ausdehnten oder zusammenzögen und zwar der Wärme proportional. Dies hat sich als nicht richtig erwiesen. Gay-Lussac hatte die Ausdehnung der atmosphärischen Luft und aller Gasarten für 100° C. zu 0,375 ermittelt und Lambert und Dalton waren zu demselben Resultate gelangt; aber die Versuche des Schweden Rudberg erregten zuerst Zweifel an der Richtigkeit. Magnus in Berlin und Regnault in Paris stellten unabhängig von einander hierauf die genauesten Versuche an und nach diesen ist zwischen 0° und 100° C. die Ausdehnung folgende:

	nach Magnus.	nach Regnault.
Atmosphärische Luft	0,366508	0,3665
Kohlensäure	0,369087	0,36896
Wasserstoff	0,365659	0.36678
Schweflige Säure	0,385618	0,3845

Ferner erhielt Regnault für Stickstoff 0,36682, für Stickstoffoxydul 0,36763, für Kohlenoxyd 0,36667, für Cyangas 0,36821, für Salzsäuregas 0,36812.

Rudberg hatte für atmosphärische Luft 0,3646 gefunden.

Die Ausdehnung ist überdies nicht mehr der Wärme proportional, je mehr sich die Gase dem Punkte nähern, bei welchem sie tropfbarflüssig werden würden. Selbst bei atmosphärischer Luft wächst nach Regnault der Ausdehnungscoefficient mit dem Drucke; denn unter einem Drucke von 110 Millimetern erhielt er für 1° C. nur 0,003648, aber unter 3655 Millimetern Druck 0,003709. — Gay-Lussac's Gesetz gilt nur für ideelle Gase.

Im Allgemeinen ist, wenn a den Gasausdehnungscoefficienten und t die Temperatur nach C. bedeutet, $\frac{1+at}{a} = 273 + t$. Den 273°C. unter dem Nullpunkte liegenden Punkt nennt man den absoluten Nullpunkt und $273 + t$ die absolute Temperatur. Vergl. auch das Mayer'sche Gesetz.

Werden Gase, die chemisch nicht auf einander wirken, unmittelbar in denselben Raum gebracht, oder zwei Räume mit verschiedenen Gasen durch eine Oeffnung mit einander in Verbindung gesetzt, so diffundiren dieselben (s. Art. Diffusion) und breiten sich gleichförmig aus durch den ganzen Raum, lagern sich aber nicht nach dem specifischen Gewichte übereinander. Diese Ausbreitung erfolgt also gerade so wie im leeren Raume, nur langsamer, so dass ein Gas auf das andere wie ein mechanisches Hinderniss wirkt.

Ueber die Gasatmosphäre, welche sich an der Oberfläche von Körpern bildet, vergl. Art. Hauchbilder.

Noch bemerken wir, dass durch Verdichtung der Gase Wärme frei und durch Verdünnung eine Temperaturerniedrigung herbeigeführt wird, weil die specifische Wärme mit zunehmender Dichtigkeit abnimmt. Hierauf gründet sich z. B. das Compressionsfeuerzeug (s. Art. Feuerzeug zu Ende).

Ueber das Ausströmen der Gase aus Behältern s. Art. Ausfluss. B.

Gasatmosphäre, s. Art. Hauchbilder.

Gasbatterie, soviel wie Gassäule.

Gasbildung, s. Art. Gasification.

Gascalorimeter ist das Rumford'sche Wassercalorimeter. S. Art. Calorimeter.

Gasification, Gasbildung, betrifft die Frage, ob die Gase ihre Entstehung ebenso der Wärme zu verdanken haben, wie die Dämpfe. Betrachtet man die Gase als identisch mit den Dämpfen, also aus tropfbaren Flüssigkeiten entstanden, was wahrscheinlich ist, da man soviele früher für permanent gehaltene als coercibel hat nachweisen können, so ist die Frage mit Ja zu beantworten. Jedenfalls unterliegt es keinem Zweifel, dass der gasförmige Zustand nur durch Wärme bestehen kann.

Gaslampe oder Gas-Nachtlampe oder dochtlose Lampe ist ein mit Oel gefülltes Glas und auf dem Oele schwimmt eine dünne Blechschaale, welche ein kurzes gläsernes Haarröhrchen enthält. Das Oel steigt in dem Röhrchen in Folge der Haarröhrchenwirkung empor, wird durch ein Stück zusammengedrehten Papiers oder durch einen brennenden Holzspahn angezündet und der eingeleitete Verbrennungsprocess geht dann fort, weil das Glas als schlechter Wärmeleiter die erzeugte Wärme nicht ableitet. Der Erfinder heisst Blackadeler.

Gaslicht nennt man die Flamme des Steinkohlengases und Oelgases oder überhaupt des Leuchtgases.

Gasmesser } nennt man einen Behälter sowohl zum Aufbewahren
Gasometer } von Gas, als auch zum Messen eines Gasvolumens, namentlich aber zur Erzeugung eines constanten Gasstromes. Das Gasometer bei der Gasbeleuchtung besteht in einem grossen, oben verschlossenen, unten offenen Blechcylinder, welcher mit seinem unteren Rande in einen Wasserbehälter taucht. Ueber das Wasser im Wasserbehälter ragen zwei durch Hähne absperrbare Röhren hervor, von denen die eine zur Zuleitung des bereiteten Gases, die andere zur Fortleitung desselben zu den Brennern dient. Anfangs ist der Blechcylinder ganz in den Wasserbehälter eingesenkt; darauf wird das Einlassrohr geöffnet, während das Ableitungsrohr geschlossen bleibt, und nun steigt der Blechcylinder immermehr aus dem Wasser empor. Soll Gas fortgeleitet werden, so bleibt das Einlassrohr geschlossen, aber das Fortleitungsrohr wird geöffnet und durch Gewichte, welche auf den Gascylinder gelegt werden, dieser herabgepresst. Durch die aufgelegten Gewichte wird der Gasstrom regulirt. In Laboratorien bedient man sich entweder ähnlicher, nur kleinerer Gasometer, oder eines complicirteren Apparates, bei welchem das Gas durch einströmendes Wasser herausgetrieben wird. — Vergl. auch Aspirator.

Gassäule oder Gasbatterie nennt man eine galvanische Säule, deren Wirkung auf der electrischen Erregung zwischen einem Metalle und Gasarten beruht. S. Art. Säule, galvanische.

Gassiot's Säule bestand aus mehr als 3000 Paaren Kupfercylindern und Zinkstäben, von denen jedes Paar in einem mit Firniss überzogenen und mit Brunnen- oder Regenwasser gefüllten Glasbecher stand. Die Spannungserscheinungen waren sehr bedeutend, aber die chemische Wirkung ungemein schwach.

Gasvulkan heisst ein Ort, an welchem Wasserstoffgas aus der Erde aufsteigt, welches sich anzünden lässt und dann in bläulichen, etwa 5 Fuss hohen, hüpfenden Flammen fortbrennt. In Italien sind solche Stellen bei Pietra Mala, bei Barigazzo, bei Vetta etc., in Ungarn bei Klein-Saros der sogenannte Zugo; am bekanntesten sind die Feuer am kaspischen Meere auf der Insel Absheron unweit Baku. Das Gas ist wohl an den meisten Stellen Kohlenwasserstoffgas und scheint aus Petroleum zu entstehen, wofür besonders die in Nordamerika gemachten Erfahrungen sprechen.

Gaswärme nennt Frankenheim diejenige Wärme, welche die Gase zu ihrem Bestehen in Gasform erfordern. Wird einem Gase soviel Wärme entzogen, dass dasselbe nicht mehr das ihm eigenthümliche Quantum an Gaswärme enthält, so wird es tropfbarflüssig. Gaswärme ist nicht zu verwechseln mit der Verdampfungswärme bei den Dämpfen.

Gay-Lussac's Gesetz lautet: Für alle ideellen Gase ist der Wärmeausdehnungscoefficient derselbe. Das Volumen wächst im geraden Verhältniss mit der Wärme, wenn diese vom absoluten Nullpunkte aus gemessen wird. Vergl. Art. Gas.

Gebläse sind Vorrichtungen, in welchen atmosphärische Luft oder andere Luftarten gesammelt und comprimirt werden, um den Luftstrom zur Beförderung des Verbrennens und Erzielung einer grösseren Hitze, oder wie in der Orgel zum Anblasen von Pfeifen zu benutzen. Man unterscheidet trockene und hydraulische Gebläse. Zu der ersten Art gehört der Blasebalg (s. d. Art.), das Cylindergebläse (s. d. Art.) und der Ventilator oder das Centrifugalgebläse. Dies letztere Gebläse besteht aus einem flachen, ungefähr cylindrischen Behälter mit horizontaler Axe, in welchem sich eine horizontale, mit 4 bis 8 ebenen oder gekrümmten Flügeln aus Eisenblech versehene Welle etwa 800 bis 1200 Mal in der Minute umdreht. In der Mitte der einen Seitenwand ist eine Oeffnung, zu welcher eine weite Röhre führt, durch welche Luft in das Innere des Apparates tritt. Durch die Centrifugalkraft wird die Luft im Innern mit Gewalt nach der Peripherie getrieben und tritt nun in tangentialer Richtung in einen Ausmündungscanal, der von der Seitenfläche des Gehäuses ausgeht.

Bei den hydraulischen Gebläsen steht die Luft unter dem Drucke einer Flüssigkeitssäule. Hierher gehört das Baader'sche Gebläse oder Glockengebläse (von J. von Baader in München), welches im Princip mit dem Gasometer (s. d. Art.) übereinstimmt; ferner das Wassertrommelgebläse, welches sich darauf gründet, dass das Wasser bei seiner Bewegung die umgebende Luft mit fortreisst und bei plötzlich unterbrochener Bewegung wieder fahren lässt. Das Kettengebläse und das Wassersäulengebläse, Beides Erfindungen des Oberbergraths Henschel in Kassel, sind verbesserte Wassertrommelgebläse.

Zu den kleineren Gebläsen gehört das Löthrohr und die Löthrohrlampe (s. Art. Löthrohr).

Gebundene Electricität nennt man diejenige, welche nach dem Gesetze der electrischen Vertheilung durch entgegengesetzte Electricität gehalten wird, so dass sie selbst durch Ableitung nicht entfernt werden kann. In dem Art. Electricität ist ein einfacher Apparat angegeben, um dies Verhalten nachzuweisen. Dabei stellt sich überdies heraus, dass gebundene Electricität doch noch nach aussen wirken kann. Die Bindung ist stets eine gegenseitige; indessen beträgt das Quantum der einen Art von Electricität stets etwas mehr als das der anderen, so dass jene Electricität als die bindende, diese als die gebundene aufzufassen ist. Dies sieht man am deutlichsten bei der allmäligen Entladung einer isolirten electrischen Flasche (s. Art. Flasche, electrische). — Auf der Bindung von Electricität beruhen ausser der electrischen

Flasche noch die Franklin'schen Tafeln, der Condensator und das Electrophor, welche in den besonderen Artikeln nachzusehen sind, weil sie am besten Aufschluss über die gebundene Electricität geben.

Gebundene Wärme oder latente Wärme nennt man diejenige, welche ungeachtet ihrer Einwirkung auf einen Körper keine Temperaturerhöhung hervorbringt und daher weder auf das Gefühl noch auf das Thermometer wirkt. Es tritt die Wärmebindung namentlich ein bei dem Uebergange eines Körpers aus dem festen Aggregatzustande in den tropfbarflüssigen und aus dem tropfbarflüssigen Aggregatzustande in den luftförmigen. Bei dem Uebergange eines luftförmigen Körpers in den tropfbarflüssigen Aggregatzustand oder eines tropfbarflüssigen in den festen Aggregatzustand wird hingegen Wärme frei oder sensibel, d. h. es wird Wärme entwickelt, welche auf die Umgebung des Körpers temperaturerhöhend wirkt und durch das Gefühl und das Thermometer wahrgenommen wird. — Ein Pfund Eis von 0° und ein Pfund Wasser von 79° C. (nach de la Provostaye von 79,01, nach Regnault von 79,06, also im Mittel von 79,035) beim Normalbarometerstande zusammengebracht geben 2 Pfund Wasser von 0°, während man von 1 Pfund Wasser von 0° und 1 Pfund Wasser von 79° C. 2 Pfund Wasser von 39°,5 erhält. — Giesst man langsam 1 Pfund Wasser von 100° C. auf 20 Pfund reinen Sandes von 237°,5 C., so erhält der Sand die Temperatur 100° und alles Wasser ist verdunstet. — Erwärmt man Wasser bis auf 100° C. und lässt 1 Pfund Dämpfe von 100° in 5,37 Pfund Wasser von 0°, so erhält man 6,37 Pfund Wasser von 100°, weil dabei das 1 Pfund Dämpfe sich in Wasser von 100° umgewandelt hat.

Die Summe der sensibeln und latenten Wärme des Wasserdampfes ist die constante Grösse 637. Man kann daher Wasserdämpfe stets als Wasser von 637° C. in Rechnung nehmen. Terpentinöl, dessen specifische Wärme 0,462 ist, siedet bei 156°, 8 C. und ein Theil bringt 0,768 Theile Wasser von 0° auf 1°; bei Schwefeläther, dessen specifische Wärme 0,520 ist und der bei 35°, 5 C. siedet, ergeben sich in gleicher Weise 0,908 Theile, und bei Alkohol mit der specifischen Wärme 0,622 und dem Siedepunkte 78°, 7 C. 2,077 Theile Wasser, die durch 1 Theil Dampf von 0° auf 1° erhöht werden. Die auf Wasser bezogene gesammte Wärme des Dampfes von der Siedetemperatur ist also bei Terpentinöl $156{,}8 \cdot 0{,}462 + 76{,}8 = 149{,}2$; bei Schwefeläther 109,3; bei Alkohol 255,5. — Im flüssigen Zustande haben latente Wärme: Schwefel 80°, Blei 90°, Bienenwachs 97°, Zink 274°, Zinn 278°, Wismuth 305°.

Aus dem Freiwerden und Gebundenwerden der Wärme erklären sich unzählige Erscheinungen, von denen nur einige hier angeführt werden sollen. Befindet sich ein Thermometer in einem Gefässe mit Wasser, dessen Temperatur unter 0° ist, so steigt dasselbe auf 0°, sobald das Wasser durch eine Erschütterung zum Gefrieren gebracht wird, weil in

diesem Augenblicke Wärme frei wird. — Dass wir die Empfindung von Kälte haben, wenn eine Flüssigkeit auf unserer Haut verdunstet, rührt davon her, dass die Flüssigkeit bei ihrer Verdunstung Wärme bindet, welche sie der Haut entzieht. — Die Wirkung der Alcaraza (s. d. Art.), die künstliche Eisbildung (s. Art. Eis am Ende), die Wirkung des Pulshammers (s. d. Art.), des Daniell'schen Hygrometers (s. Art. Hygrometer) etc. beruhen auf Wärmebindung. — Gefrorne Kartoffeln oder Aepfel überziehen sich mit einer Eiskruste, wenn man sie in Wasser legt, weil das Innere aufthaut und die dabei gebundene Wärme dem umgebenden Wasser entzogen wird. — Nasse Kleider am Körper trocknen zu lassen ist der Gesundheit nachtheilig, weil dem Körper dabei viel Wärme entzogen wird.

Gedackt nennt man ein Register in den Orgeln, welches gedeckte Pfeifen enthält. Wir bemerken hier nur, dass eine gedeckte Labialpfeife nur halb so lang zu sein braucht als eine offene, wenn sie mit dieser einen gleich hohen Ton geben soll. Das Nähere findet sich im Art. Ton.

Gefälle eines Flusses heisst die Tangente des Winkels, welchen sein Spiegel mit einer horizontalen Ebene bildet. Gewöhnlich giebt man den Verticalabstand der beiden Endpunkte einer Flussstrecke von bestimmter Länge, z. B. von 100 Ruthen oder von einer Meile an, oder das relative Gefälle für die Längeneinheit, was man auch die Rösche nennt. Zwischen Budweis und Prag hat die Moldau auf 604800 Fuss ein Gefälle von $627^1/_2$ Fuss, also auf eine Meile 24,9 Fuss, oder die Rösche beträgt $^1/_{1000}$. — Die Geschwindigkeit eines Flusses ist der Grösse des Gefälles nicht proportinal; es ist überhaupt in demselben Querprofile die Geschwindigkeit an verschiedenen Stellen verschieden und zwar am Boden und in der Nähe der Ufer am kleinsten, weil da das Wasser am freien Fliessen gehindert wird.

Gefärbte Schatten gehören zu den subjectiven Farbenerscheinungen. Vergl. Art. Farbe am Ende.

Gefässbarometer ist ein Quecksilberbarometer, dessen Röhre mit dem offenen Ende in einem Gefässe mit Quecksilber steht. S. Art. Barometer.

Gefässhaut oder Aderhaut, s. Art. Auge.

Gefäss, Mariotte'sches, s. Art. Flasche, Mariotte'sche.

Gefrieren bedeutet den Uebergang einer Flüssigkeit in den festen Zustand durch Temperaturerniedrigung, z. B. des Wassers in Eis. S. Art. Eis.

Gefrierpunkt, s. Art. Eispunkt.

Gefüge, s. Art. Krystallographie. D.

Gefühlssinn, der, gehört zu den Sinnen, d. h. zu denjenigen Einrichtungen des leiblichen Organismus, durch welche wir zur Wahrnehmung der Gegenstände und ihrer Eigenschaften gelangen, und sein

Charakteristisches besteht darin, dass wir durch ihn unsern eigenen Leib von anderen Körpern unterscheiden. Sein Organ ist das gesammte Nervensystem. Nicht zu verwechseln ist der allgemeine Gefühlssinn mit dem besonderen Tastsinne, welcher nur auf der Oberfläche des Leibes verbreitet ist und durch den wir die Empfindung des Widerstandes der Körper erhalten und über die oberflächliche Beschaffenheit der Körper, ob glatt oder rauh, spitz oder stumpf, feucht oder trocken etc., belehrt werden. Der Tastsinn hat seinen Sitz in der sogenannten Lederhaut und bei den Menschen namentlich in der Hand und hier wieder in den Fingerspitzen.

Gegenbewohner sind nicht Gegenfüssler, welche an einander diametral entgegengesetzten Stellen der Erde wohnen, sondern diejenigen, deren Wohnorte auf demselben Meridiane in gleichen Breiten liegen. Die Gegenbewohner wohnen auf derselben Hälfte desselben Meridiankreises, die Gegenfüssler auf verschiedenen.

Gegendämmerung nennt man das bei Sonnenuntergang in Osten auftretende dunkle (aschfarbene) Segment, welches in die ebenfalls in Osten sich zeigende rothe Färbung mit einem leuchtenden Bogen verläuft. Le Mairan hat zuerst eine Beschreibung von dieser Erscheinung gegeben. In neuester Zeit hat W. v. Bezold (Poggend. Annal. Bd. 123. S. 240 ff.) sehr specielle Beobachtungen über die Dämmerung und dabei auch über die Gegendämmerung veröffentlicht. Je mehr die Sonne in Westen sinkt, desto mehr erhebt sich das Segment in Osten, kann aber höchstens bis zu einer Höhe von 12° verfolgt werden. Es ist dasselbe die Linie, welche den Erdschatten von dem Blau des Himmels trennt. Es scheint sich das dunkle Segment förmlich über den purpurnen Theil des Himmels heraufzuschieben, so dass dieser einen zusehends schmaler werdenden Gürtel, den ersten östlichen Dämmerungsbogen oder die erste Gegendämmerung bildet. Da der obere Theil dieser hellen Zone keine oder nur eine sehr geringe Bewegung nach oben ausführt, so wird sie früher oder später vollständig von dem dunklen Segment verdrängt, gleichsam überdeckt, je nachdem sie sich bis zu einer geringeren oder grösseren Höhe erstreckt hatte. Sobald das dunkle Segment nicht mehr durch diesen helleren Gürtel von dem darüber ausgebreiteten bereits ziemlich dunklen Himmel getrennt ist, kann seine Grenze nicht mehr wahrgenommen werden, höchstens unterscheidet sich der dem Segment entsprechende bogenförmige Raum durch seinen aschfarbenen Ton von den höheren Theilen des Himmels. Die Begrenzung dieses Bogens scheint einem grössten Kreise ziemlich nahe zu kommen. Am besten lässt sich derselbe in der Nähe seines höchsten Punktes bestimmen. Dicht am Horizonte beobachtet man meistens eine graue Schicht, welche Nebel, Rauch etc. ihren Ursprung verdanken mag.

Nachdem das erste Purpurlicht verschwunden ist, sobald die Sonne etwa 6^0 unter dem Horizonte steht, worauf die allgemeine Tageshelle rasch abnimmt, erblickt man bald nachher am Osthimmel im Allgemeinen wieder eine schwache Färbung und wohl auch Spuren eines zweiten dunklen Segments. Dies ist die zweite Gegendämmerung.

Ueber die Theorie des Dämmerungsvorganges hat bereits der arabische Astronom Alhazen Ansichten ausgesprochen, die später von Lambert und Grunert weiter entwickelt worden sind. Die Hauptsache hierbei ist eine Reflexion der Sonnenstrahlen an der Grenze der Erdatmosphäre. Gegen diese Theorie hat v. Bezold Bedenken angeregt und darauf hingewiesen, dass das Problem eine mehr photometrische Behandlung werde erfahren müssen.

Gegendampf, s. Art. Locomotive.

Gegenfüssler oder Antipoden, s. Art. Gegenbewohner.

Gegengewicht nennt man das Gewicht eines Körpers, durch welches das Gewicht eines andern im Gleichgewichte gehalten werden soll. Ein Gegengewicht wird häufig angebracht, um den Schwerpunkt an eine bestimmte Stelle zu bringen, z. B. an den Treibrädern der Locomotiven, um den Schwerpunkt des Rades in die Axe zu bringen, desgleichen bei der Waage, um den Schwerpunkt höher oder niedriger legen zu können, weshalb dasselbe zum Verschrauben eingerichtet wird.

Gegenschattig heissen die Bewohner der Erde, deren Schatten zur Mittagszeit nach entgegengesetzten Richtungen fallen. Die Bewohner der nördlichen und südlichen gemässigten Zone sind das ganze Jahr hindurch gegenschattig, innerhalb der heissen Zone hängt der Gegensatz von dem Parallelkreise ab, in welchem sich die Sonne gerade befindet, so dass dieselben Bewohner zu einer Zeit gegenschattig, zu einer anderen gleichschattig sein können.

Gegenschein ist gleichbedeutend mit Opposition; der Gegensatz ist die Conjunction. S. Art. Conjunction.

Gegensonne nennt Kämtz die farbigen Kreise (Glorie oder Hof), welche man bisweilen um den Schatten des eigenen Kopfes im Nebel sieht, wenn Nebel und Sonnenschein zugleich vorhanden sind. Es beruht die Erscheinung auf einer Beugung der Lichtstrahlen an den Dunstbläschen, welche den Kopf des Beobachters zunächst umgeben. Vergl. Art. Hof. A.

Gegenstrom, s. Extrastrom u. Induction, electrische. E.

Gegenwinde heisst ein Haspel, dessen Welle aus zwei Theilen von ungleichem Durchmesser besteht, so dass das Seil bei eintretender Umdrehung sich auf dem einen Theile auf- und auf dem anderen abwickelt. Das Seil geht um eine bewegliche Rolle mit parallelen Seilrichtungen und an der Rolle hängt die Last. Ist der Halbmesser der Kurbel R, der des stärkeren Theiles der Welle r_1, der des schwächeren r_2, die Last L,

so ist, abgesehen von allen Hindernissen, Gleichgewicht, wenn die Kraft ist

$$K = \frac{L}{2} \cdot \frac{r_1 - r_2}{R}.$$

Gegenwirkung nennt man die der Wirkung einer Bewegung entgegenstehende. Wirkung und Gegenwirkung sind stets gleich, aber entgegengesetzt, z. B. wenn zwei Körper zusammenstossen.

Gegenwohner, s. Art. Gegenbewohner.

Gegenzunge nennt man bei den Waagen eine kleine Spitze, welche der Zungenspitze entgegengerichtet ist. Stehen die beiden Spitzen einander gerade entgegen, so hat der Waagebalken eine horizontale Lage.

Gehen ist die bekannte regelmässige, in abwechselndem Vorwärtssetzen der Beine bestehende Bewegung, bei welcher der Körper nie ganz der Unterstützung ermangelt, wie es beim Sprunge der Fall ist, wo der Körper längere oder kürzere Zeit vom Boden erhoben ist. Bei den mit dergleichen Gehwerkzeugen versehenen organischen Wesen macht es einen Unterschied, ob dieselben mit zweien, oder vieren oder noch mehreren derselben versehen sind. Nicht von allen zweibeinigen Geschöpfen kann man sagen, dass sie die Beine zum Gehen gebrauchen; ein Sperling z. B. geht nicht, sondern hüpft. Ueber den Mechanismus des Gehens haben die Gebrüder Wilhelm und Eduard Weber ein klassisches Werk geliefert: Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge etc. Göttingen, 1836. Von den Resultaten führen wir hier nur an: Beim schnellsten Gehen ist die Schrittdauer der halben Dauer einer Schwingung des nur von seiner Schwere getriebenen, als Pendel schwingenden Beines gleich, wo unter einer Schwingung die Bewegung verstanden wird, bei welcher ein Pendel seinen Schwingungsbogen einmal durchläuft. Beim schnellsten Gehen ist die Schrittlänge halb so gross, wie die Spannweite beider Beine. Die Schenkelknöpfe, von denen der obere Theil des Körpers getragen wird. bewegen sich auch beim schnellsten Gehen fast genau in horizontaler Bahn fort, und tragen den Rumpf fast immer in gleicher Höhe über dem Fussboden hin. — Interessant ist das von den Gebr. Weber gefundene Resultat, dass das Gewicht des Beines, wenn es am Rumpfe hängt, weder an den Muskeln oder Bändern hänge, noch auf dem Pfannenrande ruhe, sondern von dem Drucke der Luft, mit welchem dieselbe beide Gelenkflächen zusammenpresst, getragen werde. Ein Bein von 20 Pfund Gewicht erfordert hierbei einen Druck, welcher dem einer Quecksilbersäule von 24 Zoll wenigstens gleichkommt. Kommt man also beim Besteigen hoher Berge in eine Region, in welcher das Quecksilber im Barometer unter 24 Zoll fällt, so müssen sich die Muskeln in ungewohnter Weise anspannen und daraus erklärt sich die seltsame Ermüdung, von welcher in solchen Fällen berichtet wird.

Nach Dupin kann ein Fussgänger bei einem längeren Marsche in der Stunde 6 Kilometer weit kommen, d. h. in einer Minute etwa 319 Fuss. Die Länge des Reiseschrittes schätzt man zu 8 Decimeter; somit macht der Fussgänger in 1 Minute 125 Schritte, und ohne dass seine Kräfte abnähmen oder seine Gesundheit litte, kann er täglich $8^1/_2$ Stunden marschiren, also täglich etwa $6^1/_2$ Meile zurücklegen. — Der preussische Normalschritt beim Militär ist 2,4 preuss. Fuss.

Gehör,
Gehörgang,
Gehörknöchelchen,
Gehörnerv, s. Art. Ohr.
Gehörsand,
Gehörsteinchen,

Geige ist ein Saiteninstrument mit 4 Saiten auf einem Resonanzboden, auf welchem die verschiedenen Töne durch Verlängerung oder Verkürzung derselben mittelst Auflegen der Finger durch Streichen mit einem Haarbogen hervorgebracht werden. Diese Merkmale hat die Geige mit dem Cello, dem Basse etc. gemein; der Unterschied beruht in der Grösse des Resonanzbodens, der bei der Geige am kleinsten ist. — Ueber die Wirkungsweise des Violinbogens ist die gewöhnliche Ansicht die, dass er durch seine Unebenheiten die Saite reisse; Duhamel schliesst jedoch, da die Unebenheiten sehr nahe bei einander liegen, auf eine gleitende Reibung, Antoine hingegen behauptet, dass alle Wirkungen des Instrumentes aus einer Reihe von Stössen hervorgehen, welche das Reiben des Bogens erzeugt. Ueber die Erzeugung der Flageolettöne s. Art. Flageolettöne.

Geiseler'sche Röhren, s. Art. Röhren, Geiseler'sche, und Art. Geschichtetes Licht.

Geiser, s. Art. Geysir.

Gelber Fleck, s. Retina im Art. Auge.

Gelenke, s. Art. Knie.

Gemeingefühl ist nach Henle (Allgemeine Anatomie, Leipzig, 1841) die Summe, das ungesonderte Chaos von Sensationen, welches dem Selbstbewusstsein von allen empfindenden Theilen des Körpers zugeführt wird; nach anderen Physiologen das dem Menschen zukommende Vermögen, unsern eigenen Empfindungszustand, z. B. Schmerz, wahrzunehmen. Ernst Heinrich Weber (die Lehre vom Tastsinne und Gemeingefühle, Braunschweig, 1851) erklärt die Gemeingefühlempfindungen als solche Empfindungen, die wir nicht als Objecte, sondern als Aenderungen unseres Empfindungszustandes auffassen. Alle jedenfalls sehr verschiedenen Sinnesnerven verschaffen uns unter gewissen Umständen dergleichen Empfindungen; folglich ist das Gemeingefühl kein besonderer Sinn. Ueber das Nähere müssen wir auf Weber's Schrift verweisen.

Gemeng nennt man eine mehr oder weniger innige Verbindung verschiedenartiger Körper in unbestimmten Verhältnissen, die sich meist durch mechanische Mittel, z. B. durch Schlämmen, in die einzelnen Bestandtheile scheiden lässt, während ein Gemisch eine chemische Verbindung bezeichnet.

Gemisch, s. Art. Gemeng.

Gender heisst ein in Ostindien gebräuchliches musikalisches Instrument, bei welchem über vertical stehenden Bambusrohren Metallplatten in Schwingungsknoten aufgehängt sind, deren Ton beim Anschlagen durch die Luftschwingungen der gleichgestimmten Bambusrohre, wenn diese offen sind, verstärkt wird. Gewöhnlich sind 11 Metallplatten vorhanden, die mit Ausschluss unseres 4. und 7. Tones zwei Octaven umfassen.

Geneigte Ebene, s. Art. Ebene, geneigte.

Generator nannte Perkins den Dampfcylinder bei seinen Hochdruckmaschinen und Dampfgeschützen. Vergl. Art. Dampfgeschütz und den Schluss des Art. Dampfmaschine.

Geodäsie bedeutet Erdausmessung, eigentlich Ackertheilung.

Geodynamik ist die Lehre von der Bewegung starrer Körper.

Geognosie ist die Lehre von den Form- und Lagerungsverhältnissen der Gebirgsarten auf der Erde.

Geogonie ist die Lehre von der Entstehung der Erde.

Geoisotherme, s. Art. Isogeotherme.

Geologie ist die Lehre von den Veränderungen, welche die Erde von der Schöpfungsperiode bis auf die jetzige Zeit erfahren hat und noch erfährt. Vergl. Art. Mineralogie.

Geologische Orgeln oder Erdpfeifen nennt man Höhlungen oder Röhren von einigen Zollen bis zu 10 bis 12 Fuss Durchmesser und von einer Tiefe, die bisweilen 200 Fuss übersteigt. Man hat sie namentlich bei Mastricht im weichen tuffähnlichen Kreidekalksteine und in der Nähe von Paris im Grobkalke gefunden, auch bei Burtscheid in der Nähe von Aachen. Die Bildungsweise dieser Löcher ist noch nicht genügend erklärt. Nöggerath hat einen Zusammenhang mit dem Aufsteigen von Thermalquellen nachzuweisen gesucht.

Geometrischer Mittelpunkt, s. Art. Mittelpunkt, geometrischer.

Geometrisches Bild, s. Art. Bilder, optische.

Geostatik ist die Lehre vom Gleichgewichte starrer Körper.

Geothermometer, s. Art. Erdthermometer.

Geradführung nennt man die Vorrichtung, durch welche eine Kolbenstange in geradliniger Richtung ihre Bewegung zu machen gezwungen werden soll, ungeachtet andere mit derselben in Verbindung stehende Maschinentheile ihr eine andere Bewegung ertheilen wollen. Das Bedürfniss stellte sich unabweisbar heraus, als Watt die doppeltwirkende

Dampfmaschine erfand. Damals (1784) wurde das sinnreiche Wattsche Parallelogramm zuerst zur Ausführung gebracht, welches im Art. Dampfmaschine näher beschrieben und durch eine Zeichnung erläutert ist. Dies Parallelogramm findet noch jetzt vielfache Verwendung, wiewohl die Geradführung durch dasselbe nicht vollständig erreicht, sondern die Abweichung nur auf ein geringes Mass reducirt wird. — In vielen Fällen hilft man sich dadurch, dass an dem Ende der Kolbenstange, an welchem die Pleuelstange eingelenkt ist, ein Querbalken befestigt wird, welcher mit seinen Enden in Schienen läuft. Diese Einrichtung zeigt die Abbildung der Hochdruckmaschine, welche im Eingange des Artikel Dampfmaschine aufgenommen ist. — In der Schrift: Die Dampfmaschine etc., welche im Art. Dampfkessel angeführt ist, finden sich noch mehrere Dispositionen mit besonderen Geradführungen auf S. 158 ff., z. B. die Storchschnabelführung von Meyer, die Disposition von Evans mit einem verschiebbaren Zapfen. Ich selbst habe eine Geradführung angegeben, die mehrfach, namentlich an Druckpumpen ausgeführt ist, welche sich durch ihre Einfachheit empfiehlt und ganz genau geradlinig führt. Dieselbe gründet sich darauf, dass in einem rechtwinkeligen Dreiecke die Spitze des rechten Winkels von der Mitte der Hypotenuse stets um die halbe Hypotenuse absteht. In der angeführten Schrift S. 161 und 162 ist das Nähere angegeben.

Geräusch ist ein Eindruck auf unser Gehör, welcher von einiger Dauer ist und aus einer Reihefolge von unregelmässigen oder ungleichartigen schnell auf einander folgenden Stössen besteht. Es giebt sehr verschiedene Geräusche, welche als Rasseln, Knistern, Sausen, Brausen, Prasseln, Knirschen, Knittern, Knarren, Klirren, Rauschen etc. bezeichnet werden.

Gerölle, s. Art. Geschiebe.

Geruch bezeichnet den Geruchsinn, vermittelst dessen gewisse eigenthümliche Ausflüsse der Körper wahrgenommen werden, aber auch diese Substanzen (Gerüche) selbst. Der Geruchsinn hat seinen Sitz in der Nase, welche in ihren Höhlen mit einer Schleimhaut, die viele Blutgefässe und zahlreiche Enden und Geflechte des Geruchsnerven enthält, überzogen ist. — Man riecht nur, wenn man die Luft durch die Nase einzieht, und dabei wird die Schleimhaut durch Theilchen der riechenden oder riechbaren Stoffe, welche in der Luft — wie es scheint durch eine Diffusion — fein vertheilt verbreitet sind, afficirt. Je grösser die Anzahl der Theilchen ist, welche mit dem Luftstrome durch die Nase geführt werden, desto stärker ist die Geruchsempfindung. Dass Hunde die Spur des Wildes oder die Spur ihres Herrn verfolgen, hat man daraus zu erklären versucht, dass die riechenden Substanzen um die festen Körper eine länger dauernde Atmosphäre bilden und besonders von der lockeren Erde festgehalten werden. Bei den Kindern entwickelt sich der Geruch in der Regel nicht vor dem dritten Jahre.

Geruch, electrischer, s. Art. Ozon.

Gesättigt bezeichnet die Unfähigkeit, noch mehr von einem Stoffe oder Agenz aufzunehmen. So spricht man von gesättigten Lösungen, wenn eine Flüssigkeit nichts mehr von dem zur Auflösung vorhandenen Stoffe aufzulösen vermag; von einem mit Dampf gesättigten oder saturirten Raume im Gegensatze zu ungesättigt oder überhitzt (vergl. Art. Dampf); von gesättigten Magneten (s. Art. Magnetismus).

Geschichtet bezeichnet eine Aufeinanderfolge verschiedener, durch mehr oder weniger parallele Grenzflächen von einander getrennter Lagen. In der Physik ist dieser Begriff namentlich durch ein electrisches Phänomen zur Geltung gekommen, nämlich durch das sogenannte geschichtete Licht.

Geschichtetes Licht ist eine electrische Lichterscheinung, welche Quet zuerst im electrischen Eie (s. Art. Ei, electrisches) wahrgenommen zu haben scheint. Führt man nämlich in den leeren Raum etwas Dampf ein von Alkohol, Holzgeist, Terpentinöl, Schwefelkohlenstoff etc. und lässt die Ruhmkorff'sche Maschine oder den Funkeninductor darauf einwirken, so bildet sich eine Reihe abwechselnd dunkler und heller Zonen, die wie eine Säule zwischen den beiden Polen aufgeschichtet sind. Quet und Seguin haben den Vorgang so aufgefasst, als ob das Gas in positive und negative electrische Schichten geordnet werde, welche sich mit einander verbinden. Im Allgemeinen ist das Licht am positiven Pole röthlich, das am negativen violett; doch hat die Natur des Dampfes oder Gases darauf Einfluss. Unterbricht man den Hauptstrom der Maschine, so dass nur ein einziger Lichtblitz durch das Ei geht, so zeigt sich das Licht dennoch geschichtet, und dies ist ein Beweis, dass die einzelnen Schichten nicht von den schnell auf einander folgenden Oeffnungen des Hauptstromes und den dadurch erregten Inductionsströmen herrührt. Auch der continuirliche Strom einer Volta'schen Säule erregt, wie Despretz gezeigt hat, geschichtetes Licht, jedoch ist eine grosse Anzahl von Elementen erforderlich, während die Ruhmkorff'sche Maschine schon durch ein einziges Element in Thätigkeit gesetzt die Erscheinung zeigt. Der geschickte Glasbläser Geiseler hat durch die nach ihm benannten Röhren, die mit verschiedenen Dämpfen oder Gasen gefüllt sind, die Untersuchung des geschichteten Lichtes namentlich gefördert (s. Röhren, Geisler'sche).

Geschiebe oder Gerölle nennt man Bruchstücke von Gebirgsgesteinen, welche durch Wasserfluthen, vielleicht auch durch Gletscher, fortbewegt worden sind und dadurch eine mehr oder weniger abgerundete Gestalt erhalten haben. Die norddeutsche Tiefebene enthält in den erratischen Blöcken eine grosse Zahl solcher Geschiebe.

Geschmack, der, oder das Schmecken bezeichnet denjenigen Sinn, durch welchen das zu Schmeckende oder das Schmackhafte der Körper — gewöhnlich auch Geschmack genannt — wahrgenommen

wird. Das wesentlichste Organ ist die Zunge, welche von einer zarten Schleimhaut überzogen und mit Wärzchen versehen ist, welche ihre Spitze, ihre Seitenränder und ihren Rücken bedecken, ausserdem kommt dabei der Gaumen mit in Betracht. Soll ein Stoff einen Geschmack erregen, so muss derselbe entweder von Natur flüssig oder im Speichel löslich sein. Die Bewegung der Speise auf der Zunge erhöht die Geschmacksempfindung, wahrscheinlich weil dadurch immer andere Zungenwärzchen mit der Speise in Berührung kommen. Den sogenannten Nachgeschmack erklärt man theils daraus, dass manche Stoffe auf der Spitze der Zunge eine andere Geschmacksempfindung erregen als an ihrer Wurzel, theils bei zusammengesetzten Stoffen daraus, dass die verschiedenen Bestandtheile, weil sie sich in ungleichen Zeiten im Speichel auflösen, nicht gleich schnell die Deckzellen durchdringen und ungleich lange in denselben haften. Manche Gegenstände erregen an verschiedenen Stellen der Zunge verschiedene Geschmacksempfindungen, weil wahrscheinlich die verschiedenen Zungenwärzchen verschieden eingerichtet sind.

Geschmeidigkeit ist eine besondere Form der Dehnbarkeit (s. d. Art.) und bezeichnet, dass sich ein Körper leicht in andere Formen bringen lässt. Wie die Dehnbarkeit überhaupt anfängt, wenn die Elasticitätsgrenze überschritten ist, so ist es auch mit der Geschmeidigkeit, und ein Körper ist um so geschmeidiger, je weiter die Elasticitätsgrenze und der Punkt, bei welchem ein Zerreissen oder Zerbrechen eintritt, aus einanderliegen. Besonders geschmeidig sind: Wachs, feuchter Thon, Glaserkitt, die man deshalb wohl auch plastisch oder bildsam nennt.

Geschützkunst oder Ballistik, s. Art. Wurf.

Geschwindigkeit drückt das Verhältniss aus, welches bei einem in Bewegung begriffenen Körper zwischen dem zurückgelegten Wege und der dabei verstrichenen Zeit stattfindet. Ein Körper bewegt sich geschwinder als ein anderer, wenn er in derselben Zeit einen grösseren Weg zurücklegt oder zu demselben Wege weniger Zeit gebraucht. Gewöhnlich bestimmt man die Geschwindigkeit in der Weise, dass man angiebt, einen wie grossen Weg der Körper in einer Secunde zurücklegen würde, wenn er sich selbst überlassen wäre und ohne Hinderniss fortgehen könnte. Bei ungleichförmigen Bewegungen ist der Begriff Endgeschwindigkeit (s. d. Art.) eingeführt; ebenso bei Bewegungen in krummlinigen Bahnen der Begriff Winkelgeschwindigkeit (s. d. Art.). Nimmt man an, dass eine Bewegung mit unveränderter Geschwindigkeit erfolgt sei, obgleich dies in Wirklichkeit nicht der Fall ist, so nennt man die dann zu Grunde gelegte Geschwindigkeit die mittlere Geschwindigkeit. Vergl. Art. Bewegung.

Von den in physikalischer Hinsicht wichtigen Geschwindigkeiten verdienen folgende hervorgehoben zu werden:

Der Schall pflanzt sich in der atmosphärischen Luft, wenn diese trocken und ruhig ist, fort mit einer Geschwindigkeit von 1058,22 preuss.

Fuss bei 0° C. und bei je 1° C. über Null sind 2,007 preuss. Fuss mehr zu rechnen.

Ein Punkt der Erdoberfläche unter dem Aequator hat die Rotationsgeschwindigkeit 1482,86 preuss. Fuss. Der Mittelpunkt der Erde in ihrer Bahn um die Sonne schreitet mit einer Geschwindigkeit von noch nicht ganz 4 Meilen fort, nämlich 3,98 Meilen, wenn man die Entfernung der Erde von der Sonne zu 19992600 Meilen, d. h. $^1/_{30}$ kleiner als bisher annimmt. Die Geschwindigkeit des Lichtes beträgt nach Struve 41549 geogr. Meilen, ist aber nach den neueren Ergebnissen $^1/_{30}$ kleiner, also nur 40164 geogr. Meilen, oder nahe 40150 geogr. Meilen.

Die Electricität bewegt sich in einem Kupferdrahte von $^1/_{15}$ Zoll Dicke nach Wheatstone mit einer Geschwindigkeit von etwa 62500 geogr. Meilen, in einem Eisendrahte von 4^{mm} Durchmesser nach Fizeau und Gounelle mit einer solchen von 13617 Meilen und in einem Kupferdrahte von 2,5^{mm} Durchmesser mit 24511 Meilen. Walker fand in einem Eisendrahte 4232 Meilen, Mitchel 6190 Meilen; Gould 3448 Meilen; Guillemin und Burnouf in Kupfer 24258 Meilen.

Geschwindigkeit, reducirte, nennt man die Geschwindigkeit bei einer Bewegung, wenn man sie auf eine bestimmte Richtung bezieht.

Geschwindigkeit, resultirende, nennt man die Geschwindigkeit, welche aus verschiedenen zusammengesetzten Geschwindigkeiten entsteht. Vergl. Art. Bewegung. IV.

Geschwindigkeit, virtuelle. Die Thätigkeit einer Kraft kann man sich so vorstellen, als bestrebe sie sich, ihren Angriffspunkt in ihrer Richtung zu verschieben. Wirken nun beliebig viele und beliebige Kräfte auf einen Punkt, so wird jede Kraft auf den Punkt in der angegebenen Weise zu wirken streben. Nimmt man für eine Kraft eine unendlich kleine Verschiebung in ihrem Sinne an, so wird man für die übrigen ebenso Verschiebungen des Punktes zu setzen haben, die ebenfalls unendlich klein, aber doch unter sich nach dem Verhältniss der Kräfte verschieden sind. Diese unendlich kleinen Wege, welche der Punkt bei diesen Verschiebungen zurücklegen würde, wenn jede Kraft nur allein wirksam wäre, nennt man die virtuellen Geschwindigkeiten der Kräfte. Multiplicirt man jede Kraft mit der ihr zukommenden virtuellen Geschwindigkeit und ist die Summe aller dieser Produkte von den Kräften, welche einen Punkt angreifen, gleich Null, so halten sich die Kräfte das Gleichgewicht, und umgekehrt muss jene Summe gleich Null sein, wenn Gleichgewicht stattfinden soll. Dies Princip lässt sich auch auf ein System festverbundener Punkte, also auf Körper anwenden und hat sich in der Mechanik als besonders fruchtbar erwiesen. Am elegantesten ist dies Princip zuerst in der Mechanik durchgeführt worden von Lagrange, wiewohl schon Galiläi darauf hindeutete und Joh.

Bernoulli, Varignon und d'Alembert vor ihm davon Gebrauch gemacht haben.

Geschwindigkeitscoefficient beim Ausfluss drückt das Verhältniss der wirklichen Ausflussgeschwindigkeit zur theoretischen aus. Vergl. Art. Ausfluss. S. 61.

Geschwindigkeitshöhe nennt man die Höhe, bis zu welcher ein vertical empor geworfener Körper seiner Anfangsgeschwindigkeit gemäss aufsteigen würde. Ist v die Anfangsgeschwindigkeit und g die Grösse der Verzögerung, so ist die Geschwindigkeitshöhe $= \frac{v^2}{2g}$. Vgl. Art. Bewegung. III. b.

Gesetz oder Naturgesetz ist der Ausdruck des Zusammenhanges, in welchem eine Erscheinung mit den Umständen steht, welche man als wesentliche Bedingungen für dieselbe ermittelt hat, ebenso wie ein mathematischer Lehrsatz nur der Ausdruck des Zusammenhanges zwischen der Thesis und Hypothesis ist. Man kann daher auch jedes Gesetz in der Form eines hypothetischen Satzes ausdrücken. Vergl. Art. Beobachten.

Manche Gesetze sind unter besonderen Namen bekannt, z. B. die Kepler'schen Gesetze, das Dalton'sche, das Mariotte'sche, das Ampère'sche Gesetz etc. Die erwünschte Auskunft geben die betreffenden Artikel.

Gesicht, s. Art. Sehen.

Gesichtsbetrüge oder Augentäuschungen sind meistens in falschen Urtheilen über das Gesehene begründet, werden aber häufig dem Gesichte als Betrug beigemessen. Es gehören dahin die scheinbaren Bewegungen, z. B. der Himmelskörper; dass uns Sonne und Mond beim Auf- und Untergange viel grösser erscheinen als sie wirklich erscheinen sollten etc. Vergl. Art. Sehen.

Gesichtsfeld ist der Raum, welchen man mit den Augen bei unveränderter Stellung des Kopfes übersehen kann. Nimmt man auf die seitliche Verschiebung der Augenaxe Rücksicht, so beträgt die Grösse des Gesichtsfeldes wohl höchstens 110°. Ueber das Gesichtsfeld eines Fernrohres oder Mikroskopes vergl. Art. Feld.

Gesichtskreis oder Horizont, s. Art. Horizont.

Gesichtswinkel nennt man bei den Säugethieren denjenigen Winkel, welchen eine von der Stirn nach der Mitte des Oberkiefers gezogene Linie mit derjenigen bildet, welche von der Ohröffnung ebendahin geht. Bei dem Menschen beträgt dieser Gesichtswinkel 70 bis 82°. In der Physik bedeutet Gesichtswinkel dasselbe wie Sehwinkel oder optischer Winkel und man versteht darunter den Winkel, welchen man erhält, wenn man von den Endpunkten einer Dimension eines Gegenstandes gerade Linien nach der Mitte des Auges zieht. Die nach der Grösse des Sehwinkels beurtheilte Grösse einer Dimension eines Gegen-

standes nennt man zum Unterschiede von der wahren Grösse die sichtbare oder scheinbare Grösse dieser Dimension. Ein Papierdrache z. B. erscheint unter einem um so kleineren Gesichtswinkel, je höher er steigt. Soll ein entfernter Gegenstand noch wahrgenommen werden, so darf in der Regel der Sehwinkel nicht kleiner als eine halbe Minute sein. Es tritt indessen das Verschwinden eines Gegenstandes bei um so kleinerem Sehwinkel ein, je grösser der Gegensatz (Contrast) zwischen der Farbe des Gegenstandes und seines Hintergrundes ist. Ebenso verschwinden lange dünne Körper erst bei sehr kleinem Sehwinkel. Vergl. Art. Grösse, scheinbare und wahre.

Gesichtswinkelmesser ist ein von Volkmann (Poggend. Annal. Bd. 37. S. 342 ff.) ausgeführter Apparat, mit welchem er durch Versuche an verschiedenen Augen namentlich ermittelte, dass der Scheitelpunkt des Gesichtswinkels ungefähr 2 Linien hinter der Linse im Auge liegt. Dieser Punkt wird Drehpunkt des Auges genannt, weil sich dasselbe jedenfalls um diesen Punkt dreht.

Gestaltlos oder amorph, s. Art. Amorph.

Gestell, s. Art. Schachtofen.

Gestell, Ampère's, ist ein Apparat zum experimentellen Nachweise der Wirkung electrischer Ströme auf einander. S. Art. Electrodynamik. A. S. 265.

Getreideregen, s. Art. Fruchtregen.

Getriebe nennt man bei in einander eingreifenden Rädern eines Räderwerkes gewöhnlich das kleinere. Besteht das Getriebe aus zwei einander parallel gegenüberstehenden Scheiben, welche durch Stäbe verbunden sind, die auf ihnen senkrecht stehen und die Zähne bilden, so heisst dasselbe ein Trilling oder Drilling (Drehling), hingegen ein Kumpf, wenn dasselbe von einer massiven Walze gebildet wird, in welcher eingeschnittene Furchen oder vorstehende Rippen die Zähne vertreten. S. Art. Räderwerk.

Gewicht ist die Grösse des Druckes oder Zuges, welchen ein Körper in der Richtung der Schwerkraft ausübt. Das Gewicht ist die Wirkung und die Schwerkraft die Ursache, und Gewicht und Schwere dürfen daher nicht als gleichbedeutend genommen werden; zwei Körper haben gleiches Gewicht, wenn sie in Bezug auf den Druck oder Zug, welchen sie ausüben, vertauscht werden können; folglich hat ein Körper ein zwei-, drei... mal so grosses Gewicht als ein anderer, wenn er denselben Druck oder Zug ausübt, wie zwei, drei ... dem anderen gleiche Gewichte zusammen. Um nun das Gewicht eines Körpers durch eine Zahl ausdrücken zu können, nimmt man das Gewicht eines bestimmten Körpers als Gewichtseinheit an und verschafft sich Körper, welche dem Einfachen, Doppelten, Dreifachen ... oder einem aliquoten Theile des Gewichtes dieser Gewichtseinheit gleichkommen. Diese Körper nennt man Gewichte.

Da die Schwerkraft die Ursache des Druckes oder Zuges ist, welchen ein Körper ausübt und welchen wir Gewicht nennen, die Grösse der bewegenden Kraft, welche in einem Augenblicke der Bewegung der Masse M beiwohnt, aber das Produkt aus der Masse und der in dem Augenblicke stattfindenden Endgeschwindigkeit ist (s. Art. Kraft); die Schwerkraft ferner durch die Endgeschwindigkeit am Ende der ersten Secunde beim freien Falle (s. Art. Fall, freier) gemessen wird, welche man mit g zu bezeichnen pflegt; so muss das Gewicht eines Körpers von der Masse M sein $G = gM$ und die Masse $M = \frac{G}{g}$, so dass man auch Masse und Gewicht nicht mit einander verwechseln und für identisch halten darf. Vergl. Art. Dichte.

Gewicht, absolutes, ist das Gewicht eines Körpers, ohne dabei auf seine räumliche Ausdehnung Rücksicht zu nehmen. Den Gegensatz bildet das specifische Gewicht.

Gewicht des Modulus, s. Art. Modulgewicht.

Gewicht, specifisches oder eigenthümliches eines Körpers ist die Zahl, mit welcher das absolute Gewicht einer Menge destillirten Wassers oder der atmosphärischen Luft von der Normaltemperatur und bei dem Normalbarometerstande multiplicirt werden muss, um das absolute Gewicht einer Masse jenes Körpers von demselben Volumen zu erhalten, oder die Zahl, welche angiebt, wieviel Mal das Gewicht einer bestimmten Menge Wassers oder der Luft in dem Gewichte eines Körpers von demselben Volumen enthalten ist. Es ist also das specifische Gewicht das Resultat der Vergleichung des absoluten Gewichtes zweier Körper von gleichem Volumen. Man ist übereingekommen bei festen und tropfbarflüssigen Körpern stets das Wasser und bei luftförmigen Körpern die atmosphärische Luft als den Körper anzunehmen, mit welchem die Vergleichung vorgenommen wird. Ueber das Gewicht von einem preuss. Cubikfuss Wasser s. Art. Wasser und Art. Gewichte. Ueber die Beziehung zwischen specifischem Gewichte und Dichtigkeit vergl. Art. Dichte.

Um das specifische Gewicht eines festen Körpers zu bestimmen, benutzt man gewöhnlich das Archimedische Princip (s. Art. Princip des Archimedes), d. h. dass jeder in irgend eine Flüssigkeit ganz oder theilweise eingetauchte Körper an seinem Gewichte soviel verliert, als die verdrängte Flüssigkeit wiegt, namentlich dass ein ganz eingetauchter Körper in diesem Falle also soviel verliert, als die Flüssigkeit wiegt, welche mit ihm ein gleiches Volumen einnimmt.

Das specifische Gewicht eines festen Körpers, welcher sich in Wasser nicht auflöst und in diesem untersinkt, findet man, wenn man mit dem Gewichtsverluste des Körpers in destillirtem Wasser in das absolute Gewicht desselben dividirt.

Ist s das specifische Gewicht, G das absolute und A der Gewichtsverlust, so ist $s = \frac{G}{A}$.

Das specifische Gewicht eines festen Körpers, welcher sich in Wasser nicht auflöst, aber in diesem nicht untersinkt, findet man, wenn man denselben mit einem anderen festen Körper verbindet, welcher ein so grosses specifisches und absolutes Gewicht besitzt, dass beide vereint untersinken, den Gewichtsverlust des einzeln untersuchten Hilfskörpers von dem gemeinschaftlichen Verluste beider subtrahirt und das absolute Gewicht des zu untersuchenden Körpers durch den Rest dividirt. — Es ist dann der Rest der Gewichtsverlust, welchen der Körper erleiden würde, wenn er einzeln in die Flüssigkeit eingetaucht wäre, oder genauer das Gewicht einer Wassermenge, welche mit dem Körper dasselbe Volumen hat. Ist s_a das specifische Gewicht des Körpers, G_a das absolute Gewicht desselben, G_b das absolute Gewicht des Hilfskörpers, A_{a+b} der gemeinschaftliche Verlust und A_b der des Hilfskörpers allein, so ist $s_a = \frac{G_a}{A_{a+b} - A_b}$. — Ein mit Quecksilber gefülltes und zugeschmolzenes Glas, welches einen Haken hat, empfiehlt sich namentlich als Hilfskörper.

Ebenso verfährt man, wenn der Körper aus kleinen Stücken besteht oder pulverförmig ist, sich in Wasser aber nicht auflöst und in demselben untersinkt. Der Hilfskörper ist dann offen und der zu untersuchende Körper wird in denselben gebracht.

Das specifische Gewicht eines festen Körpers, welcher sich in Wasser auflöst, findet man durch den Gewichtsverlust desselben in einer ihn nicht auflösenden Flüssigkeit, indem man das absolute Gewicht durch diesen Verlust dividirt und den Quotienten mit dem specifischen Gewichte der Hilfsflüssigkeit multiplicirt. — Die Abwägung geschieht gewöhnlich in Oelen oder Alkohol; auch könnte man Quecksilber nehmen, den Körper mit Platin verbinden und das vorher für Körper, die in Wasser nicht untersinken, angegebene Verfahren anwenden. — Ist s das specifische Gewicht des Körpers, G das absolute Gewicht desselben, $s_{,}$ das specifische Gewicht der Flüssigkeit und A der Gewichtsverlust des Körpers in derselben, so ist $s = s_{,} \cdot \frac{G}{A}$. Es ist nämlich $\frac{A}{s_{,}}$ das Gewicht einer Wassermenge von dem Volumen des Körpers.

Das specifische Gewicht eines flüssigen Körpers findet man, wenn man den Gewichtsverlust eines festen Körpers in der Flüssigkeit und in Wasser ermittelt und den ersteren durch den letzteren dividirt; denn die Gewichtsverluste geben die Gewichte der Flüssigkeit und des

Wassers von dem Volumen des festen Körpers. — Als Hilfskörper kann man das oben angegebene, mit Quecksilber gefüllte Glas nehmen. — Ist der Gewichtsverlust in der Flüssigkeit A_f und im Wasser A_w, so ist $s = \frac{A_f}{A_w}$.

Zur Bestimmung des spec. Gewichtes von Flüssigkeiten bedient man sich auch der Tausend-Gran-Fläschchen oder Pyknometer (s. d. Art.). Allerdings könnte man sich jedes anderen Fläschchens bedienen, dies leer, dann mit der Flüssigkeit und hierauf mit destillirtem Wasser gefüllt wiegen, und das Gewicht der Flüssigkeit durch das des Wassers dividiren; aber die Tausend-Gran-Fläschchen arbeiten schneller, da man ein für alle Mal das Gewicht des leeren Fläschchens und den Gehalt desselben an Wasser weiss, so dass man sofort das Gewicht der in dasselbe gehenden Flüssigkeit bestimmen kann und, wenn dies in Grangewichten geschehen ist, nur 3 Decimalstellen abzuschneiden braucht.

Neben diesen Methoden, das spec. Gewicht fester und tropfbarflüssiger Körper zu bestimmen, bedient man sich noch besonderer Instrumente, die man im Allgemeinen Aräometer (s. d. Art.) nennt. Zur Bestimmung des spec. Gewichtes kleiner fester Körper, mögen sie im Wasser untersinken oder auf demselben schwimmen, wenn sie nur von diesem nicht aufgelöst werden, dient das Nicholson'sche Aräometer oder Hydrometer (s. Art. Aräometer. A.). Dasselbe Instrument kann man auch benutzen (a. a. O.), um das spec. Gewicht von tropfbaren Flüssigkeiten zu ermitteln; jedoch bedient man sich in diesem Falle gewöhnlich des Fahrenheit'schen Aräometers (s. ebenda). Ueberhaupt ist Art. Aräometer zu vergleichen, namentlich wegen der Instrumente für bestimmte Flüssigkeiten. — Minder genaue Methoden gründen sich auf das Gesetz communicirender Gefässe (s. Art. Communicirende Gefässe). Vergl. auch Art. Hygroklimax.

Bei der Bestimmung des spec. Gewichtes luftförmiger Körper ist zunächst das Gewicht der atmosphärischen Luft zu ermitteln, da diese als Einheit angenommen wird. Das Nähere enthält Art. Luft, atmosphärische; hier sei nur erwähnt, dass die trockene atmosphärische Luft bei 760^{mm} Barometerstand und 0°C. 769,5mal leichter als Wasser unter denselben Umständen ist und 771,74mal leichter als Wasser bei der Temperatur seiner grössten Dichtigkeit, so dass im Allgemeinen $13^1/_2$ Cubikfuss Luft 1 Neupfund wiegen.

Im Art. Dichte ist angegeben, dass das spec. Gewicht zugleich das Verhältniss der Dichtigkeiten ausdrückt. Man bestimmt daher bei Gasen das spec. Gewicht, indem man ihre Dichtigkeit ermittelt. Nun ergiebt sich aus Art. Gas, dass sich verhält $D : D_1 = P(1 + a\,T_1) : P_1(1 + a\,T)$, wenn D die Dichte bei der Temperatur T unter dem Drucke P und D_1 die Dichte bei der Temperatur T_1 unter dem Drucke

P_1 ist; folglich ist für $T = 0^0$ C. und $P = 760^{mm}$ stets $\frac{D_1}{D} = \frac{P_1}{760(1 + aT_1)}$, wo a der Ausdehnungscoefficient des Gases für 1 Grad Wärme, im Allgemeinen 0,003665, ist. Hieraus folgt, dass bei derselben Temperatur und demselben Drucke die Dichtigkeiten zweier Gase stets in demselben Verhältnisse zu einander stehen. Um das spec. Gewicht der Luftarten — allerdings unter der Voraussetzung, dass sie sich permanent verhalten, — zu bestimmen, braucht man daher nur ihr Gewicht mit dem Gewichte eines gleichgrossen Volumens atmosphärischer Luft bei derselben Temperatur und demselben Drucke zu vergleichen, ohne dass dabei eine Correction wegen der Temperatur oder des Druckes nöthig wäre.

Specifische Gewichte einiger Körper.

A. Feste Körper.

Alaun		1,714	Kork		0,24
Basalt	2,422 —	2,864	Kreide	2,252 —	2,694
Bernstein	1,065 —	1,085	Kupfer	8,75 —	8,97
Bimsstein	0,914 —	1,647	Marmor	2,717 —	2,838
Blei		11,333	Messing	7,8 —	8,4
Butter		0,942	Nickel	8,28 —	8,66
Cautchouc	0,925 —	0,983	Pech, weiss		1,072
Diamant	3,5 —	3,53	Phosphor	1,7 —	1,77
Eis	0,916 —	0,9268	Platin	20,85 —	21,5
Eisen, geschmiedet		7,6	Quarz	2,652 —	2,69
— gegossen	7,06 —	7,5	Quecksilber		13,56
Elfenbein	1,825 —	1,917	Sandstein	2,2 —	2,5
Feldspath	2,53 —	2,558	Schiefer	2,64 —	2,67
Feuerstein	2,594 —	2,7	Schwefel	1,98 —	2,1
Glas, grün		2,642	Schwerspath	4,41 —	4,68
— engl. Spiegel-		2,45	Silber	10,47 —	10,62
— Flint-, engl.	3,373 —	3,442	Stahl	7,65 —	7,795
— ,, Fraunhofer		3,779	Steinkohle	1,23 —	1,51
Gold		19,3	Wachs, gelb		0,965
Granit	2,5 —	3,05	— weiss		0,969
Holz, Laub-, trocken		0,659	Wismuth	9,612 —	9,85
— Nadel- ,,		0,453	Zink	6,861 —	7,215
Kalkstein	2,4 —	2,86	Zinn		7,295
Kochsalz	2,12 —	2,17			

B. Tropfbarflüssige Körper.

Alkohol		0,792	Rüböl	0,9128 —	0,9168
Honig		1,45	Salpetersäure		1,5
Leinöl		0,9395	Schwefeläther		0,7155
Mandelöl	0,918 —	0,92	Schwefelkohlenstoff		1,272
Milch	1,02 —	1,041	Schwefelsäure, concentrirte		1,845
Mohnöl		0,9243	Seewasser		1,0286
Olivenöl	0,9176 —	0,9192	Terpentinöl	0,792 —	0,86
Rapsöl		0,9136	Thran	0,918 —	0,937

C. Luftarten.

Ammoniakgas	0,5967	Sauerstoffgas	1,1026
Chlorgas	2,42	Stickstoffgas	0,9757
Kohlensäuregas	1,5245	Wasserstoffgas	0,0688
Leuchtgas	0,98	Wasserdämpfe bei 100° C.	0,6235

Gewichte nennt man Körper, deren Gewicht dem Einfachen, Doppelten, Dreifachen . . . oder einem aliquoten Theile von dem Gewichte der Gewichtseinheit gleichkommt. Die Gewichtseinheit ist das Gewicht eines bestimmten Körpers. Zu bestimmen, was als Gewichtseinheit genommen werden soll, ist nicht so einfach und liegt nicht so nahe, wie die Wahl der Theile des menschlichen Körpers für die Längenmasse. Auf die Gewichte der Römer, Griechen und Orientalen kann hier nicht eingegangen werden. In der Neuzeit ist das metrische System der Franzosen auch für die Gewichtsbestimmung massgebend geworden. Die Gewichtseinheit wird von der Längenmasseinheit abgeleitet.

Nach der französischen Gewichtsbestimmung ist die Gewichtseinheit das Gramm und dies ist das Gewicht eines Cubikcentimeters destillirten Wassers bei der Temperatur der grössten Dichtigkeit desselben, also etwa bei 4° C., und reducirt auf den leeren Raum. Das Kilogramm = 1000 Gramm gilt als Normalgrösse; $^1/_{10}$ Gramm heisst Decigramm, $^1/_{100}$ Gramm = Centigramm, $^1/_{1000}$ Gramm = Milligramm, 10 Gramm = Dekagramm, 100 Gramm = Hektogramm; 100 Kilogramm geben den metrischen Centner, 1000 Kilogramm das Millier oder die Schiffstonne. — Das von Fortin angefertigte Normalkilogramm (*le kilogramme prototype*) von Platin wurde am 22. Juni 1799 gleichzeitig mit den übrigen Normalmassen in den Archiven der Republik niedergelegt; ausserdem werden noch zwei Kilogramme von Platin, das eine auf dem Observatorium und das andere in dem Conservatorium für Künste und Handwerke zu Paris aufbewahrt.

In England war nach Capitel 27 der *Magna Charta* festgesetzt, dass im Lande nur einerlei Gewicht gebraucht werden solle, und zwar wurde bald darauf das altenglische oder sächsische Gewicht durch eine Verordnung Heinrichs III. aus dem Jahre 1266 mit Hilfe von Weizenkörnern in folgender Weise näher bestimmt:

> 32 aus der Mitte der Aehre genommene und wohlgetrocknete Weizenkörner sollten das Gewicht eines Penny, 20 solcher Gewichte eine Unze und 12 von diesen ein Pfund betragen.

Dies Gewicht war bis auf Heinrich VII. im Gebrauche, der das jetzt noch als Reichsgewicht bestehende Troy-Gewicht (d. h. Londoner Gewicht, von dem alten Mönchsnamen für London „Troy-Novant") einführte, neben welchem jedoch sich das von Heinrich VIII. 1526 und 1532 zunächst für Metzger bestimmte *Avoir-du-poids*-Ge-

wicht eingebürgert hat. Es ist 1818 festgesetzt, dass ein Cubikzoll destillirten Wassers bei 62° nach Fahrenheit Temperatur und bei 30 engl. Zoll Barometerstand mit messingenen Gewichten gewogen 252,458 Grains desjenigen Pfundes wiegen soll, welches 5760 solcher Grains enthält, d. h. also 0,0438295 Pfund; denn das Pfund hält 12 Unzen, die Unze 20 Pennyweight und das Pennyweight 24 Grains. — Das im Handel gebräuchliche Avoir-du-poids-Gewicht hält 7000 Grains und wird in 16 Unzen und die Unze in 16 Drachmen getheilt. — 28 Pfund sind 1 Quarter, 4 Quarter oder 112 Pfund ein Hundredweight und 20 Hundredweight 1 Ton. — 144 Avoir-du-poids-Pfund sind 175 Troy-Pfunde und 175 Troy-Unzen = 192 Avoir-du-poids-Unzen. — Das Troy-Pfund beträgt 373,2484 Gramm und das Avoir-du-poids-Pfund 453,6005 Gramm. -- Zwischen Gewicht und Hohlmass besteht der Zusammenhang, dass das Gallon 10 Avoir-du-poids-Pfund normalmässigen Wassers halten soll.

In Preussen wurde durch Gesetz vom 16. Mai 1816 festgesetzt, dass das Pfund der 66. Theil des Gewichtes von einem preussischen Cubikfuss destillirten Wassers bei 15 Grad der achtzigtheiligen Scala sein solle. Ein solches Pfund kam 0,467711012733 Grammen gleich. — Durch Gesetz vom 31. October 1839 wurde zwischen Preussen und den mit ihm zu einem Zollvereine verbundenen Staaten ein neues Gewicht, das sogenannte Zollgewicht, vereinbart. Dies Zollgewicht ist hierauf durch Gesetz vom 17. Mai 1856 in Preussen zum Landesgewichte erhoben worden. Das Zollgewicht oder Neugewicht steht mit dem französischen Gewichte in dem einfachen Verhältnisse, dass 2 Neupfund genau ein Kilogramm betragen. 1 Neupfund ist = 30 Loth; 1 Loth = 10 Quentchen; 1 Quentchen = 10 Cent; 1 Cent = 10 Korn; 1 Korn = 10 As; und 100 Neupfund = 1 Centner; 40 Centner = 1 Last. — Nach dem alten Gesetze wog 1 preuss. Cubikfuss destillirten Wassers bei 15° R. 66 Pfund, nach dem neuen Gesetze bei derselben Temperatur 61,73785 Neupfund oder 61 Neupfund 22,1356 Neuloth, also nahe $6^3/_4$ Neupfund, und 1 Cubikzoll also 1,07183 Neuloth oder sehr nahe $1^1/_{14}$ Neuloth. Bei der Temperatur der grössten Dichtigkeit des Wassers wiegt 1 preuss. Cubikfuss desselben 61,83168 Neupfund oder 61 Neupfund 24,956 Neuloth und 1 Cubikzoll 1,07346 Neuloth, da 1 Liter 55,89367 preuss. Cubikzoll hält. — Ein Urpfund ist der Sammlung von Urmassen und Gewichten im Königlichen Gewerbehause einverleibt, um als das einzig autorisirte Originalpfund zu dienen. Dies Gewicht hat auf den leeren Raum reducirt einen Werth von 500 Gramm + 0,468 Milligramm. Noch zwei andere Urpfunde, von denen das eine 500 Gramm + 0,308 Milligramm und das andere 500 Gramm + 0,332 Milligramm auf den luftleeren Raum reducirt wiegt, sind als beglaubigte Copien bei dem Königl. Kammergerichte und bei der mathematischen Classe der Königl. Academie der Wissenschaften niedergelegt worden.

In Oesterreich ist die Mark, welche 280,644 Grammen gleich kommt, das Normalgewicht; daneben besteht jedoch das von 2 Mark nur wenig verschiedene Pfund, welches 560,0164 Gramm beträgt. — Böhmen, Tyrol, Ungarn etc. haben ihre eigenen Pfunde.

Das holländische Pfund beträgt 492,14908 Gramm; das schwedische Pfund 425,1225 Gramm.

In runden Zahlen ist 1 Zollpfund oder preuss. Neupfund = 500 Grammen; 1 Pfd. in Oesterreich und Baiern = 560 Grammen; in Dänemark und Norwegen = 499 Grammen; in Holland = 492 Grammen; in England das Avoir-du-poids-Pfund = 454 Grammen; in Schweden das Pfund = 425 Grammen; in Russland = 410 Grammen. — Ein altes französisches Pfund betrug 490 Gramm.

Bei dem Apothekergewichte wird das Pfund gewöhnlich in 16 Unzen, die Unze in 8 Drachmen, die Drachme in 3 Skrupel und das Skrupel in 20 Gran getheilt. — In Frankreich beträgt das Pfund Apothekergewicht 500 Gramm; in Oesterreich hält dasselbe genau 24 Loth Handelsgewicht; sonst liegt meist, ohne dass jedoch hierüber eine officielle Bestimmung bestände, das Nürnberger Silbergewicht zu Grunde. Nach Eitelwein ist ein Pfund Apothekergewicht = 357,56686 Gramm, nach Hauschild = 357,854 Gramm. Nach Letzterem berechnet sich die Nürnberger Mark Silbergewicht zu 238,569 Grammen.

In der Münze lag bisher die sogenannte kölnische oder augsburger Mark zu Grunde, die bei Goldlegirungen in 24 Karat, bei Silberlegirungen in 16 Loth, das Loth in 4 Quint, das Quint in 4 Pfennige und der Pfennig in 256 Richtpfennige eingetheilt wird. Ein genaues Normalgewicht der Mark existirt nirgends. Die neue kölnische oder preussische Mark hält 233,8555 Gramm; die alte kölnische Mark scheint nach alten kölnischen Gewichten deren 233,8123 gehalten zu haben. — Nach dem am 24. Januar 1857 in Wien abgeschlossenen Münzvertrage ist bei den Vereinsmünzen das Zollpfund zu Grunde gelegt. 45 Kronen wiegen 1 Zollpfund; ebenso $13^1/_2$ doppelte oder 27 einfache Vereinsthaler. S. Art. Karat.

Bei dem Handel mit Edelsteinen ist die Gewichtsbestimmung nach Juwelen-Karat und Granen im Gebrauche. Ein Juwelen-Karat hält 4 Gran und 72 Karat betragen 1 Loth kölnisch. Es ist indessen die Grösse dieses Karates verschieden und schwankt zwischen 215,99 Milligrammen in Livorno und 197 Milligrammen in Amboina; in Wien beträgt das Karat 206,13, in Frankfurt a. M. 205,77, in Amsterdam 205,7, in Frankreich 205,5, in Berlin und Hamburg 205,44, in England 205,409, in Leipzig 205, in Florenz 197,2 Milligramm.

Gewichtsaräometer, s. Art. Aräometer. A.

Gewichtsthermometer oder Ausflussthermometer ist dem Erdthermometer (s. d. Art.) ähnlich. Aus dem Gewichte des ausgeflossenen Quecksilbers kann man die Temperatur berechnen, bis zu welcher das Instrument erwärmt wurde.

Gewinde oder Schraubengewinde nennt man die Erhöhung in der Richtung der Schraubenlinie auf einer Schraubenspindel und die derselben entsprechende Vertiefung in der Schraubenmutter. Vergl. Art. Schraube.

Gewitter, Ungewitter, Donnerwetter, ist die, in der Regel unter Blitz und Donner erfolgende Entladung der Wolken in Regen, Hagel und Schnee. Die Gewitter pflegen sich nur dann vollkommen auszubilden, wenn die Atmosphäre sehr ruhig ist; gewöhnlich geht eine schwüle, drückende Hitze voraus. Erfolgt die Bildung des Gewitters bei windstillem Wetter und zwar in einiger Entfernung vom Zenith, so erhebt sich ein heftiger, von der Gewitterwolke herkommender Wind und zwar nach allen Seiten hin. Im Schatten der Wolke tritt nämlich eine Abkühlung der Luft ein, die kälter gewordene senkt sich, fliesst unten ab, während oben wärmere Luft zuströmt. Aus diesen oben nach der Wolke hin gerichteten Strömungen erklärt sich, warum kleinere, in der Nähe der Hauptwolke befindliche Wolken der letzteren zueilen und scheinbar von der Gewitterwolke angezogen werden. Der unten aus der Wolke hervorstürzende Wind veranlasst oft grosse Verheerungen und wüthet bisweilen in der Form von Windhosen (s. Art. Wasserhose). In der Temperatur der oberen und unteren Luftschichten ist jedenfalls dann ein bedeutender Unterschied. Hierfür spricht auch die besonders starke Strahlenbrechung in der dem Gewitter vorangehenden schwülen Luft. — Nach v. Humboldt übersteigt die Höhe der Gewitterwolken in den Tropen selten eine halbe Meile, bei uns erreicht sie gewöhnlich noch keine Viertel-Meile. Wintergewitter sind meist in geringer Höhe; im Sommer hat man aber selbst über den Montblanc Gewitter hinwegziehen sehen. — In niederen Breiten treten die Gewitter während der nassen Jahreszeit fast täglich auf und zeichnen sich ausserdem durch ihre Heftigkeit aus. Im Allgemeinen wird die Anzahl der Gewitter geringer, je weiter man sich von dem Aequator entfernt. Arago behauptet, dass es auf hoher See und auf den Inseln jenseits 75° nördl. Breite niemals donnere. Am seltensten stellen sich die Gewitter des Vormittags ein, öfter des Nachts, am häufigsten des Nachmittags. Auf dem Meere in der Gegend der Passatwinde scheinen die Gewitter eben so selten zu sein, wie der Regen. Vielleicht steht überhaupt die Anzahl der Gewitter mit der Anzahl der Regentage in Verhältniss. In Lima, wo es niemals regnet, kennt man auch das Brüllen des Donners nicht. Wie die Regen ihre Entstehung dem Zusammentreffen zweier entgegengesetzter Winde verdanken, so scheint die Bildung

der Gewitter in dem Zusammentreffen zweier Wolken von verschiedener Electricität begründet zu sein.

Eine bei dem Gewitter gewöhnlich auftretende Erscheinung ist das Blitzen und Donnern. Ein Platzregen ist ein stilles Gewitter. Der Blitz ist ein electrischer Funke (s. Art. Blitz), der Donner der Knall, welcher beim Ueberspringen eines electrischen Funkens hörbar wird (s. Art. Donner). Dass beim Gewitter Electricität auftritt, hat namentlich Benjamin Franklin durch den Versuch mit seinem Drachen (s. Art. Drache, electrischer) erwiesen. Die Erfahrung hat jedoch gezeigt, dass die Atmosphäre selbst bei ganz heiterem Wetter Electricität enthält. Die Ursache hiervon hat man in der Bewegung der Luft und in der Mischung der Luftschichten verschiedener Temperatur finden wollen. Lavoisier, Laplace und Davy meinten, die an der Erdoberfläche vorgehenden Verbrennungsprocesse dürften mit einer Electricitätsentwickelung verbunden sein und Pouillet hat später in der That nachgewiesen, dass beim Verbrennen von Kohle ein stets positiv electrischer Strom von Kohlensäure erregt wird, während die Kohle selbst sich negativ zeigt. Volta und de Saussure hatten die Verdunstung als eine Ursache der atmosphärischen Electricität angesehen. Pouillet hat den Vegetationsprocess und die Verdunstung als die beiden Hauptquellen nachgewiesen und das Gesetz aufgestellt: Sobald sich Sauerstoff mit einem anderen Körper verbindet, entwickelt sich Electricität und zwar wird der Sauerstoff stets positiv und der Körper, welcher mit ihm eine Verbindung eingeht, negativ electrisch. Wahrscheinlich entwickeln die Pflanzen bei Tage, also unter dem Einflusse des Lichtes, negative und während der Nacht positive Electricität. Bei heiterem Wetter ist die Luft vorherrschend positiv electrisch, dagegen bei Regen, namentlich im Anfange desselben, stark negativ. Die grosse Menge der bei Gewittern zum Ausbruche kommenden Electricität hat ihren Grund in der starken Condensation des in der Luft enthaltenen Wasserdunstes. Der Regen ist daher nicht Folge des Blitzes, sondern der Blitz die Folge eines eingetretenen Niederschlages. Beobachtet man nun nach einem Blitze häufig einen starken Regenguss, so hat dies darin seinen Grund, dass der Blitz zwar später entstanden ist als der Regen, dass aber der Blitz bei seiner grossen Geschwindigkeit eher wahrgenommen wird, als der langsamer fallende Regen herabkommt. Hieraus ersieht man auch deutlich, dass die Luftelectricität nicht Ursache, sondern Folge der Gewitterbildung ist.

Nach Schübler ist die atmosphärische Electricität bei Sonnenaufgang schwach; sie fängt langsam zu steigen an, wenn sich die Sonne mehr über den Horizont erhebt, während sich gewöhnlich gleichzeitig die in den tieferen Luftschichten schwebenden Dünste vermehren. Gewöhnlich steigt die Electricität unter diesen Umständen einige Stunden, an den längeren Sommertagen bis gegen 6 oder 7 Uhr, im Frühlinge

und Herbste oft bis gegen 8 und 9 Uhr, im Winter bis gegen 10 und 11 Uhr. Nach und nach erreicht sie ihr Maximum; gleichzeitig sind die unteren Luftschichten oft sehr dunstig, die Luft nimmt an Feuchtigkeit zu und die Temperatur des Thaupunktes liegt höher als beim Sonnenaufgange, in der kälteren Jahreszeit tritt oft wirklicher Nebel ein. Gewöhnlich bleibt die Electricität nur kurze Zeit auf diesem Maximum stehen, sie vermindert sich wieder, anfangs schneller, dann langsam, gewöhnlich schneller als sie zuvor stieg; gleichzeitig vermindern sich die dem Auge sichtbaren Dünste in den unteren Luftschichten, die Atmosphäre wird heiterer. Gegen 2 Uhr Nachmittags ist die atmosphärische Electricität gewöhnlich schon sehr schwach, oft nur wenig stärker als in der Frühe kurz nach Sonnenaufgang; sie vermindert sich nun noch langsamer bis einige Stunden vor Sonnenuntergang, im Sommer bis gegen 4 bis 5 und 6 Uhr, im Winter bis gegen 3 Uhr; sie bleibt verhältnissmässig länger auf ihrem Minimum als Maximum. Sobald sich die Sonne dem Horizonte nähert, fängt sie wieder zu steigen an, mit Untergang der Sonne nimmt sie gewöhnlich sehr merklich zu, steigt nun mit Eintritt der Abenddämmerung immer mehr und steht nun gewöhnlich $1^1/_2$ bis 2 Stunden nach Sonnenuntergang auf ihrem zweiten Maximum; gleichzeitig bilden sich auf's Neue Dünste in den unteren Schichten der Atmosphäre, es fällt der Abendthau. Gewöhnlich ist die Electricität während ihres zweiten Maximums wieder nahe so stark wie einige Stunden nach Sonnenaufgang; auch auf diesem zweiten Maximum bleibt sie nur kurze Zeit stehen, sie wird bald wiederum schwächer und vermindert sich die Nacht hindurch langsam bis Sonnenaufgang. — Je feuchter also die Atmosphäre bei sonst heiterer Witterung ist, desto bemerklicher macht sich ihre positive Electricität. Daher ist die letztere im Winter bei gleicher Heiterkeit des Himmels grösser als im Sommer. — Auf die Art der Electricität scheint auch die Windrichtung von Einfluss zu sein. Am häufigsten sollen die Regen positiv electrisch sein bei Nordwinden, am häufigsten negativ bei Südwinden. — Mit der Erhebung in der Atmosphäre nimmt die Intensität der Luftelectricität zu. — Bei Gewittern wechselt die Electricität schnell und häufig sowohl nach Stärke, als nach Zeichen der Spannung.

Ueber den Schutz, welchen die Blitzableiter bei Gewittern gewähren, vergl. Art. Blitzableiter. — Als besonders merkwürdige Erscheinung erwähnen wir noch, dass bei Gewittern bisweilen Menschen und Thiere todt niederfallen, obgleich der gleichzeitig erfolgte Blitzschlag in grosser Entfernung eintrat. Dies ist der sogenannte Rückschlag, auf welchem auch die ursprünglich von Galvani beobachteten Froschzuckungen beruhten (s. Art. Galvanismus. A.). Der in diesem Falle eintretende Tod ist eine Folge der plötzlich aufhörenden Vertheilung, welche die electrische Wolke hervorgebracht hatte (vergl. Rück-

schlag). — Wegen der sogenannten kalten Schläge vergl. Art. Kalter Schlag.

Das Wetterleuchten rührt wahrscheinlich von fernen Gewittern her, so dass man nur den Blitz sieht, aber nicht den Donner hört. Vergl. übrigens Art. Wetterleuchten. Gegen die oben ausgesprochene Ansicht, dass die atmosphärische Electricität in der Verdunstung und in dem Vegetationsprocesse begründet sei, hat Peltier eine andere aufgestellt, dass nämlich die Erde eine gewisse Menge negativer Electricität besitze, deren Menge sich zwar gleichbleibe, deren Vertheilung aber — namentlich durch die Erhöhungen auf der Erdoberfläche und durch die Dünste, welche in der an sich unelectrischen Atmosphäre schweben — veränderlich sei. Lamont stimmt dieser Auffassung bei und nennt diese Electricität die permanente Electricität der Erde.

Dove findet die Bedingungen der Gewitterbildung und der damit verbundenen Electricitätsentwickelung in denjenigen Winden, welche die grössten Temperaturdifferenzen zeigen, und nach ihm ist die Gesammtheit der die Gewitter begleitenden Erscheinungen nichts Anderes, als ein Ausdruck des Drehungsgesetzes (s. d. Art.).

Gewitter, magnetisches, s. Art. Polarlicht.

Gewölbhöhlen nennt man Höhlen mit gewölb- oder sackähnlichen Weitungen von sehr verschiedenen Umrissen und oft sehr bedeutenden Dimensionen. Die Grotten (s. d. Art.) gehören zu den Gewölbhöhlen.

Gewölk, s. Art. Wolken.

Geysir nennt man auf Island eine periodische Springquelle. Am bekanntesten ist der grosse Geysir südwestlich vom Hekla. Auf dem Gipfel eines kleinen kegelförmigen Hügels befindet sich ein aus Kieseltuff gebildetes Becken von 48 Fuss Durchmesser, in dessen Mitte eine 8 bis 10 Fuss weite und etwa 70 Fuss lange Röhre vertical hinabgeht. Dieses Becken ist unter den gewöhnlichen Umständen mit klarem, grünem, siedendem Wasser erfüllt, welches durch mehrere Rinnen abfliesst, wenn das Becken voll ist. Zeitweis lässt sich ein unterirdisches rollendes Getöse hören, das Wasser wird unruhig, schwillt an und grosse Dampfblasen steigen auf. Darauf wird es wieder still. Nach 1 bis 2 Stunden wiederholt sich diese Erscheinung. Endlich erfolgt ein Ausbruch und es steigt ein Wasserstrahl von 80 bis 100 Fuss Höhe empor, der in feinen, blendend weissen Staub zertheilt erscheint. Diesem Strahle folgen dann noch mehrere und noch höher steigende Strahlen. Die ganze Erscheinung dauert nur wenige Minuten. Das Becken erscheint dann leer; erst 5 bis 6 Fuss unter der Oberfläche des Rohres zeigt sich Wasser und dieses steigt immer höher, bis das Becken wieder gefüllt ist. Hierauf stellt sich das Getöse wieder ein, aber es vergehen oft mehrere Tage, ehe wieder ein Ausbruch erfolgt. — In der Nähe des grossen Geysir befindet sich der durch ein Erdbeben entstandene neue

Geysir oder Strockr. Das Rohr desselben ist nur 44 Fuss tief, nicht cylindrisch, sondern trichterförmig, nämlich oben von $7^1/_2$ Fuss und in einer Tiefe von 26 Fuss nur noch von 9 Zoll Durchmesser. Das Wasser füllt das Rohr nur bis 9 bis 12 Fuss unter dem oberen Ende, ist in einem beständigen Sieden und wird ohne Abfluss nur durch die Eruptionen entfernt, welche häufiger als bei dem grossen Geysir eintreten und das Wasser 120 bis 150 Fuss hoch schleudern. — Eine Anzahl kleinerer Springquellen befinden sich noch in der Nachbarschaft der beiden Geysire. — Auch auf Neuseeland hat man grossartige Geysire entdeckt.

Bunsen hat 1846 den Geysir genau untersucht und nachgewiesen, dass die Kraft, welche die Eruptionen veranlasst, nicht in unterirdischen Klüften, welche abwechselnd bald mit Wasser, bald mit Dampf gefüllt sein sollten, zu suchen sei, sondern in dem Geysirrohre selbst. Thermometermessungen haben ergeben, dass in dem Geysirrohre das Wasser an keiner Stelle und zu keiner Zeit eine so hohe Temperatur hat, wie sie sein müsste, wenn das Wasser dem auf demselben lastenden Drucke gemäss ins Kochen gerathen sollte. Die unterirdischen Detonationen und die Anschwellungen des Wassers im Geysirrohre erklärt nun Bunsen daraus, dass von Zeit zu Zeit einzelne Wasserpartien noch heiss genug in höhere Schichten steigen, um Dampfblasen zu bilden, die aber in kälteren Schichten wieder verdichtet werden. Durch die Bildung von Dampfblasen wird Wärme gebunden; diese Wärme wird den Schichten entzogen, in welchen die Dampfblasen entstehen; folglich wird in diesen Schichten die Temperatur erniedrigt und es vergeht einige Zeit, bis wieder eine Blasenbildung eintreten kann. Daraus erklärt sich die ruhige Pause, welche auf jede von einer Aufwallung im Becken begleitete Detonation folgt. Die Temperatur des Wassers steigt nach und nach im ganzen Geysirrohre; die Blasen werden grösser und steigen theilweis bis an die Oberfläche; endlich schleudern dieselben einen Theil des Wassers heraus. Hierdurch wird die Eruption hervorgerufen. Durch die Entfernung eines Theiles des Wassers wird nämlich der Druck auf die tieferen Schichten verringert; es tritt eine Dampfentwicklung in grösserem Massstabe ein und dieser Dampf schleudert das Wasser mit Gewalt heraus.

Gezeiten des Meeres nennt man auch Ebbe und Fluth. S. Art. Ebbe.

Gicht, s. Art. Schachtofen.

Giessbeckenknorpel oder Giesskannenknorpel heissen zwei der vier Knorpel, welche den das Stimmorgan des Menschen enthaltenden Kehlkopf bilden. S. Art. Kehlkopf.

Giftheber nennt man einen Heber, bei welchem neben dem unteren Ende des äusseren Schenkels eine besondere nach oben gebogene Röhre angebracht ist, an welcher beim Ansaugen des Hebers gesogen wird,

ohne dass dabei die Flüssigkeit in den Mund kommt. Vergl. Doppelter Heber im Art. Heber.

Gitter nennt man in der Physik eine Reihe schmaler Spalten, durch welche die Gitterspectra erzeugt werden.

Gitterspectrum nennt man eine zuerst von Fraunhofer an einem Gitter beobachtete Beugungserscheinung. Näheres im Art. Inflexion.

Glacière bedeutet Eiskeller. S. Art. Eisgruben.

Gläserne Feuchtigkeit ist der in der hinteren Augenkammer befindliche Glaskörper. S. Art. Auge.

Glanz ist eine auf den Flächen von Körpern auftretende eigenthümliche spiegelnde Reflexion des Lichtes, bei welcher die Farbe nicht in Betracht kommt. Man unterscheidet mehrere Arten, die sich aber weniger in Worten beschreiben, als durch Beispiele deutlich machen lassen. Die Mineralogen z. B. unterscheiden: Metallglanz, Diamantglanz, Glasglanz, Wachs- und Fettglanz, Perlmutterglanz, Seidenglanz. Das wahre Sachverhältniss hat Dove namentlich durch Versuche mit dem Stereoskope nachgewiesen, und zwar, dass unter allen Fällen, wo eine Fläche glänzend erscheint, es immer eine spiegelnde durchsichtige oder durchscheinende Schicht von geringer Mächtigkeit ist, durch welche hindurch man einen anderen Körper betrachtet. Dove sagt, es sei äusserlich gespiegeltes Licht in Verbindung mit innerlich gespiegeltem oder zerstreutem, aus deren Zusammenwirkung die Vorstellung des Glanzes entstehe. Die Sache ist die, dass Lichtstrahlen, welche von der Oberfläche und von der nächsten Schicht unter derselben reflectirt sind, auf das Auge aus verschiedenen Entfernungen wirken, und dass das von der Oberfläche zurückspiegelnde Licht nicht deutlich gesehen werden kann, indem sich das Auge dem durch die durchsichtige Schicht gesehenen Körper anpasst. Das Bewusstsein dieser undeutlich wahrgenommenen Spiegelung erzeugt die Vorstellung des Glanzes. Ein glänzender Körper muss also neben dem aus dem Inneren wieder heraustretenden Lichte noch möglichst viel Licht regelmässig reflectiren. Dass verschiedene Körper bei gleicher Politur Glanz von verschiedener Intensität entwickeln können, erklärt sich aus dem eigenthümlichen Refractionsvermögen der Körper. Liegt das Brechungsverhältniss z. B. zwischen 1,3 und 2, so zeigen Mineralien Glasglanz, zwischen 2 und 2,6 Diamantglanz und zwischen 2,6 und 5 Metallglanz. — Oersted war der Ansicht, dass der Glanz nur davon abhänge, dass die regelmässige Reflexion einen stärkeren Eindruck auf unser Auge mache, als die zerstreuende.

Glas spielt in der Physik eine höchst wichtige Rolle; es sei daher hier bemerkt, dass dasselbe eine Verbindung von Kieselerde mit verschiedenen Basen — Kali, Natron, Magnesia, Kalk, Bleioxyd, Zinnoxyd, Eisenoxydul, Manganoxydul etc. — ist, welche durch Zusammenschmelzen

in hoher Temperatur erzeugt wird. Das gewöhnliche Glas ist amorph (s. d. Art.); krystallisirt bildet es das Réaumur'sche Porcellan. Soll Glas haltbar sein, so muss es langsam gekühlt werden; vergl. Art. Flasche, bologneser. Ueber Flintglas und Crownglas s. Art. Flintglas. In der Rothglühhitze wird Glas ungemein dehnbar, wie die feinen Glasfäden zeigen, zu welchen man dasselbe ausziehen kann. Aus solchen Fäden hat man Zeuge gewebt, selbst Perücken gefertigt. Diese Glasfäden sind ungemein elastisch, ausserdem erkennt man die Elasticität des Glases auch an den Glastrompeten (s. d. Art.). — Um Glas zu prüfen, giesst man nach Dr. Weber in Berlin starke rohe Salzsäure in ein flaches Glasgefäss, legt die zu prüfenden Gläser gut gereinigt auf den Rand desselben und überdeckt das Ganze mit einer am Rande abgeschliffenen Glasglocke, wobei man das Ganze auf eine abgeschliffene Glasplatte stellt. Nach 24—30 Stunden werden die Gläser an einen staubfreien Ort gebracht, wo sie 24 Stunden bleiben. Zeigen dann die Gläser im durchfallenden Lichte einen Beschlag, so sind sie für optische Zwecke unbrauchbar.

Glas als Sandglas oder Sanduhr, s. Art. Uhr. B.

Glaselectrisch nennt man den electrischen Zustand, in welchen eine an Tuch geriebene Glasstange versetzt wird. Man nennt diesen Zustand auch den positiv electrischen im Gegensatze zu dem negativ electrischen oder harzelectrischen, welchen eine an Tuch geriebene Schellackstange zeigt. Näheres im Art. Electricität.

Glasfäden, s. Art. Glas.

Glasfeuchtigkeit oder Glaskörper, s. Art. Gläserne Feuchtigkeit.

Glasharmonika ist ein zuerst von Benj. Franklin praktisch hergestelltes musikalisches Instrument aus Glasglocken, welche auf einer Walze befestigt sind, so dass sie in ihrer Gesammtheit in Umdrehung versetzt werden können. Die Glocken sind abgestimmt, folgen nach der chromatischen Tonleiter auf einander und werden dadurch zum Tönen gebracht, dass man die nassen Finger an ihren Rand legt. Da die Glocken bei der Reibung ihrer Ränder nicht sofort ansprechen, so lässt sich dies Instrument nur zu getragenen Musikstücken, z. B. zu Chorälen, benutzen.

Glashaut ist die zarte, durchsichtige Haut, welche den Glaskörper im Auge umschliesst, sich nach innen fortsetzt und viele kleine und durchsichtige Zellen bildet, welche mit der Glasfeuchtigkeit angefüllt sind.

Glaskörper, s. Art. Gläserne Feuchtigkeit.

Glasmikrometer nennt man eine kleine Glasplatte mit einer möglichst feinen Eintheilung, so dass die Länge einer Linie aus 10 oder 100 gleichen Theilen besteht. Man benutzt diese Mikrometer namentlich bei Mikroskopen, um die Grösse eines mikroskopischen Objects zu

ermitteln; indessen sind dieselben nur für mässige Vergrösserungen brauchbar, da bei starken Vergrösserungen Object und Mikrometer nicht zugleich scharf einstehen können.

Glasperlen, aräometrische zur Ermittelung des specifischen Gewichtes von Flüssigkeiten, s. zu Ende des Art. Aräometer. S. 42.

Glasspiegel sind beiderseits ebene oder auf einer Seite convexe oder concave Glasscheiben, die auf der einen und zwar ebenen Seite mit sogenannter Folie belegt sind (vergl. Art. Folie und Amalgam). Glasspiegel geben kein einfaches Bild, da sowohl die Vorder-, als Hinterfläche des Glases spiegelt. Dies ist namentlich bei dicken Gläsern störend und daher bedient man sich in vielen Fällen lieber der Metallspiegel. Neuerdings fertigt man Glasspiegel mit Silberbelegung an, die auf galvanischem Wege niedergeschlagen wird. Mit Tusche geschwärzte Glasspiegel braucht man bei der Polarisation des Lichtes (s. d. Art.).

Glasthränen oder Glastropfen sind schnell abgekühlte Glastropfen. Man lässt die flüssige Glasmasse von der Pfeife, mit welcher man sie aus dem Glashafen genommen hat, abtropfen und in Wasser fallen. Hierdurch entstehen an einem Ende verdickte und am anderen Ende in einen Glasfaden auslaufende Körper. Bricht man den Glasfaden ab, so zersplittert die Verdickung in Glasstaub. Vergl. Art. Flasche, bologneser.

Glastrompeten sind trompetenförmige Glasflaschen mit einem sehr dünnen, etwas gewölbten Boden, welcher concav wird, wenn man die Luft im Innern durch Saugen verdünnt, und convex, wenn man hineinbläst. Man fertigt diese Trompeten an, um die Elasticität des Glases nachzuweisen.

Glastropfen, s. Art. Glasthränen.

Glatteis nennt man die glatte Eisrinde, welche die bis unter den Gefrierpunkt erkaltete Oberfläche der Körper überzieht, wenn dieselben von einem wässerigen Niederschlage bedeckt waren. Der Niederschlag ist entweder Beschlag oder Regen; bisweilen entsteht das Glatteis aus feinen Eisnadeln, die mit knisterndem Geräusche fallen.

Glaucoma ist eine Bezeichnung für grünen Staar, d. h. für eine Verdunkelung der gläsernen Feuchtigkeit im Auge.

Gleichförmige Bewegung, s. Art. Bewegung.

Gleichgewicht nennt man den Zustand, bei welchem zwei oder mehrere Kräfte keine Bewegung hervorbringen, obgleich jede einzeln diese Wirkung haben würde. Vergl. Art. Bewegungslehre. VI. 1.

Gleitstelle heisst diejenige Stelle eines electrischen Stromes, in welcher derselbe eine plötzliche Aenderung seiner Geschwindigkeit erleidet. Es ist gewissermassen eine Cascade im electrischen Strome. Diese plötzliche Aenderung der Stromgeschwindigkeit wird dadurch bewirkt, dass Leiterstücke des Stromes mit verschiedener Bewegung an einander entlang gleiten. Der Einfluss der Gleitstelle verdoppelt die

electromotorische Kraft der ein- oder austretenden Stromelemente bei unveränderlicher Stromintensität und ruhendem Leiter.

Gletscher sind Eismassen, die von der unteren Grenze des ewigen Schnees in den unten engen, oben weiteren Gebirgsthälern der gemässigten und kalten Zone sich herab erstrecken. Diese Eismassen entstehen aus den Körnern des Firns (s. d. Art.), behalten stets ein körniges Gebilde aus Eis und Wasser und erlangen unter gewissen Umständen, besonders durch Sättigung mit Wasser, eine selbst für die Hand fühlbare Plasticität. Die Gletschermasse bewegt sich längs einer geneigten Ebene, wie eine unvollkommene Flüssigkeit, mit einer nach der Neigung und Form des Bodens, nach der Temperatur und Feuchtigkeit wechselnden Geschwindigkeit. Im Sommer und bei Thauwetter ist die Bewegung mit der Menge des einsickernden Wassers grösser; im Winter und bei Frostwetter, wenn das eingesickerte Wasser theilweise erstarrt, tritt eine Hemmung, aber kein Stillstand ein. Wie bei einem Strome ist die Geschwindigkeit in Folge der Reibung in der Mitte grösser, als am Rande. Wie die Masse des Niederschlages in verschiedenen Jahren verschieden ausfällt, so schiebt sich auch der Gletscher von den Hochregionen nach der Tiefe in einem Jahre weiter vor, als in einem anderen; da nun an dem unteren Ende in verschiedenen Jahren auch das Abschmelzen verschieden ist, so zeigt sich am vorderen Gletscherrande ein periodisches Vorgehen und Zurückgehen. Der Gletscher führt grössere und kleinere Felsblöcke und Gebirgsschutt mit sich, die von den Thalwänden auf ihn herabfallen. Diese bilden vor der vorderen Gletscherwand, da sie nach dem Schmelzen des Eises liegen bleiben, wallartige Erhöhungen oder Schuttwälle, die man Gandecken oder Moränen nennt; dieselben sind aber auch schon auf dem Gletscher selbst zu sehen, begleiten denselben auf beiden Seiten seiner Länge nach und heissen dann Seitengandecken, während jene eigentlich Endgandecken sind. Stossen zwei Gletscher zusammen, so bilden ihre nun zusammentreffenden Seitengandecken eine Mittelgandecke oder Guferlinie.

Die Gletscher bilden sich in der Schweiz in einer Höhe von 7600 bis 7700 Fuss und reichen stellenweis, z. B. bei Grindelwald bis zu 3200′ herab. Auf der skandinavischen Halbinsel senken sich zahlreiche Gletscher nach den Fjorden. In den Pyrenäen finden sich Gletscher nur zwischen den Thälern der Garonne und dem Val d'Ossone und immer nur an den nördlichen, durch hohe Berge geschützten Abhängen. In Asien finden sich Gletscher am Himalaya und auch am Kaukasus. Im tropischen Amerika will A. v. Humboldt nichts Gletscherartiges gesehen haben; in Mexico sollen einige vorkommen. An der Südspitze Amerikas gehen viele Gletscher bis an das Meer; im Norden Amerikas, namentlich in Grönland, sind sie zahlreich und von ihnen rühren zum grössten Theile die auf dem Meere schwimmenden Eisberge her. Die

isländischen Gletscher bedecken einen grossen Theil der Insel. Auf Spitzbergen ist eigentlich nur Firn. — Von gewaltigen Gletschern der Vorzeit sollen die erratischen Blöcke (s. Art. Blöcke, erratische) herrühren.

Gletscherbach heisst ein Bach, der auf einem Gletscher aus dem an der Oberfläche sich bildenden Schmelzwasser entsteht. Die Gletscherbäche bilden nach ihrer Vereinigung einen kleinen, aus dem Gletscher kommenden Fluss. Im Winter sind diese Bäche am wasserärmsten, im Frühlinge und Sommer am reichsten.

Gletscherlawine, s. Art. Lawine.

Gletschertisch nennt man einen Felsblock, welcher auf der Oberfläche eines Gletschers auf einer mehr oder weniger hohen Eissäule liegt. Die Erscheinung rührt davon her, dass der Block die Wärmestrahlen aufhält und nun das Eis unter ihm nicht so schnell schmilzt, wie das ihn umgebende.

Gletscherwind heisst ein aus den unteren Höhlungen eines Gletschers hervorkommender Luftstrom, der darin seine Veranlassung hat, dass die in den Zwischenräumen des Gletschers enthaltene, auf 0° abgekühlte Luft sich mit der wärmeren äusseren ins Gleichgewicht zu setzen sucht. Je wärmer die äussere Luft ist, desto stärker strömt die Luft aus. Wenn die äussere Luft unter Null ist, so tritt wohl gar ein Einströmen in den Gletscher ein. Vergl. Art. Eishöhle.

Gleukometer bedeutet Mostmesser und gehört zu den Aräometern. Vergl. Art. Mostmesser.

Glimmlichter nennt man die electrischen Lichter an spitzen Leitern. S. Art. Elmsfeuer.

Glocke nennt man einen an dem geschlossenen Ende bauchigen, nach dem offenen hin sich erweiternden Körper. In physikalischer Hinsicht verdient das Tönen der Glocken besondere Beachtung. Solche Glocken lassen sich als eine fest zusammenhängende Verbindung von elastischen Stäben oder als ein fest verbundenes Aggregat von elastischen Ringen ansehen, wenn man die Tonverhältnisse feststellen will. Der Ton einer Glocke wird hiernach tiefer, wenn man die Wand zunächst der Haube im Durchschnitte verdünnt, ebenso wenn man die Masse an dem Schlagringe verringert. Den tiefsten Ton giebt eine Glocke, wenn sie nur an einer Stelle angeschlagen wird. Hierbei entstehen 4 um 90° von einander abstehende Knotenlinien. Je mehr Knotenlinien sich bilden, desto höher wird der Ton. Füllt man eine Glocke mit Flüssigkeit, so wird der Ton desto tiefer, je dichter die Flüssigkeit ist. Bei durchweg gleicher Wanddicke wird der Ton durch Verkürzung der Wand erhöht; nimmt die Dicke der Wand nach dem Schlagringe hin zu, so tritt das Umgekehrte, also eine Tonerniedrigung ein. Sollen mehrere Glocken zugleich gegossen werden und im Einklange stehen, so gehört dazu dieselbe Gussmasse und eine proportionirte Form der einzelnen Glocken;

die Verhältnisse 1, $^4/_5$ und $^2/_3$ geben z. B. den Dur-Accord, 1, $^5/_6$ und $^2/_3$ den Moll-Accord. Der schneidende Ton einer Glasglocke beim Streichen des Randes mit nassem Finger wird erniedrigt, wenn man dieselbe mit einer Flüssigkeit füllt, mit steigender Höhe der Flüssigkeit, aber es muss erst eine bestimmte Höhe, bis zu welcher hin der Ton sich nicht merklich verändert, überschritten werden.

Glockengebläse oder Baader'sches Gebläse, s. Art. Gebläse.

Glockengut zu tönenden Glocken ist eine Legirung aus $21^1/_2$ Theil Zinn, 2 Blei, $2^1/_2$ Nickel und 74 Kupfer.

Glockenmaschine nennt man eine Electrisirmaschine (s. d. Art.), bei welcher der gläserne Reiber glockenförmig ist.

Glockenspiel, electrisches, heisst ein electrisches Spielzeug. An einem mit dem Conductor einer Electrisirmaschine in Verbindung stehenden Leiter hängen drei Glocken: die mittelste an einem seidenen Faden, die beiden äusseren an Leitern; von der mittleren geht eine Leitung nach der Erde und zwischen der ersten und zweiten, ebenso zwischen der zweiten und dritten hängt an einem Seidenfaden ein kleines Metallkügelchen. Wird die Maschine in Thätigkeit gesetzt, so fliegen die Metallkügelchen zwischen ihren beiden Glocken hin und her, so dass diese tönen. Hängt der Apparat am positiven Conductor, so werden die beiden Seitenglocken positiv electrisch, aber nicht die mittlere; die Seitenglocken ziehen das Metallkügelchen an und stossen es wieder ab; das abgestossene Kügelchen fliegt gegen die mittlere Glocke, verliert dadurch die von der Seitenglocke empfangene Electricität und wird nun als unelectrisch wieder von der Seitenglocke angezogen, abgestossen etc.

Glockenventil, s. Art. Kronenventil.

Glorie, farbige Kreise, vergl. Art. Gegensonne und Beatification.

Glühen ist das flammenlose Leuchten eines Körpers. Beim Verbrennen zeigen feuerbeständige, nicht flüchtige Körper nur Glühen. Vergl. Art. Flamme.

Glühen der Alpen, s. Alpenglühen und Nachglühen.

Glühlämpchen Davy's ist ein Spirituslämpchen, über dessen Dochte ein spiralförmig gewundenes Platindrähtchen oder ein Cylinder von solchem Drahtgewebe befestigt ist. Macht man den Draht glühend, so dauert sein Glühen ohne das Entstehen einer Flamme fort, weil die Wärme, welche durch Verbrennung der Weingeistdünste entsteht, gerade hinreicht, den Platindraht immer wieder glühend zu machen. Füllt man das Lämpchen mit Aether statt mit Spiritus, so zeigt sich fast immer an der Oberfläche des Platins eine blasse, hellblaue, oft hohe Flamme, welche nicht zündend ist und verschwindet, sobald das Platin rothglühend wird. Nach Döbereiner kommt dies daher, dass der

Aether schon bei 100° C. sich oxydirt. S. Art. Aphlogistische Lampe und Sicherheitslampe.

Gluth bezeichnet die beim Glühen eines Körpers stattfindende Temperatur. Die Temperatur des anfangenden Glühens scheint für die verschiedensten Körper dieselbe zu sein und zwar nach Pouillet 525° C.; wenigstens wurde bei Platin, Kupfer, Antimon, Steinkohle, Blei und Eisen kein erheblicher Unterschied gefunden. Gesteine scheinen eine Ausnahme zu machen, denn z. B. Kalkstein und Marmor glühen früher als Eisen und Flusspath schon bei 300° C. — Merkwürdig ist das Glühen des Platindrahtes bei dem Glühlämpchen, weil eine Temperatur weit unter der Glühtemperatur hinreicht, um die Erscheinung hervorzubringen. Vergl. Art. Glühlämpchen.

Gnomon nennt man eine auf dem Horizonte senkrecht stehende Säule, durch deren Schatten die Sonnenhöhe bestimmt werden soll, oder jede andere feststehende Vorrichtung zur Bestimmung des Sonnenstandes aus dem Schatten; z. B. an jeder Sonnenuhr ist ein Gnomon. Da der Halbschatten stört, so ist es zweckmässig, an der Spitze des Gnomons eine dünne Metallplatte mit einer kleinen Oeffnung anzubringen und die Lage des durch diese Oeffnung im Schatten erzeugten Sonnenbildes zu beobachten. Bereits 1100 Jahre v. Chr. beobachtete der Kaiser Tschu-Kong in China mittelst eines Gnomons die Höhe der Sonne in den beiden Solstitien, und es bestimmt sich hiernach die Schiefe der Ecliptik für jene Zeit zu 23° 51′ 55″,5. — Befestigt man an der Oeffnung des Gnomons einen verticalen Faden, dessen Schatten beobachtet wird, so erhält man einen Filar-Gnomon. Fällt der Schatten des Fadens in den vorher ermittelten und markirten Meridian, so culminirt die Sonne. Paul Toscanelli brachte 1467 in der Kuppel des Domes zu Florenz in einer Höhe von 277 Fuss über dem Fussboden der Kirche einen Filar-Gnomon an.

Gnomonik nennt man die Kunst, Sonnenuhren zu verfertigen. S. Art. Uhr. A.

Göpel ist ein Rad mit stehender Welle; die Stelle des Rades vertritt aber nur ein Zugbalken, an welchem Menschenkräfte oder thierische Kräfte zur Bewegung, namentlich zum Heben von grossen Lasten angebracht werden. Man unterscheidet daher Handgöpel, Pferdegöpel etc. Wegen des Verhältnisses zwischen Kraft und Last vergl. Art. Rad an der Welle. Die Erdwinde ist gewissermassen ein kleiner Göpel und dient zum Fortschaffen grosser Lasten auf dem Erdboden. Dasselbe gilt von der Schiffswinde.

Goldblattelectrometer oder Goldblattelectroskop von Bennet, s. Art. Electroskop.

Golfstrom heisst eine Meeresströmung, die aus dem mexicanischen Meerbusen kommt und in der Richtung nach Nordost zu den europäischen Küsten geht. Diese Stromrichtung ist eine Folge der Axendrehung der

Erde. Bei dem Bahamakanale, wo die nordöstliche Richtung beginnt, ist der Strom fast 4 Meilen breit mit einer Geschwindigkeit von $1^1/_4$ Meilen in 1 Stunde; bei Charlestown beträgt die Breite 10 bis 12 Meilen und die Geschwindigkeit 1 Meile in der Stunde; in 40° n. Breite ist er 20 Meilen, weiterhin bis 150 Meilen breit. Bei der Neufundlandbank richtet er sich mehr östlich; ein Zweig geht nach Südost, dann an der afrikanischen Küste südwärts und tritt darauf in den Weststrom, so dass ein Kreislauf von $3^1/_2$ Jahren entsteht, welcher die Sargasso-See einschliesst; der grössere Theil geht, sich immer mehr ausbreitend, nach den Faröer-Inseln, den irländischen und norwegischen Küsten. Die Oberfläche des Stromes ist dachähnlich und seine Temperatur höher als die des umgebenden Wassers. Schon Anghiera entdeckte im Anfange des 16. Jahrhunderts den Golfstrom, aber erst 1775 bestimmte Franklin ihn näher.

Gomphometer heisst ein Instrument zur Prüfung der Gesetze des Keiles. S. Art. Keil.

Gon-Gon oder Tam-Tam heisst ein in China gebräuchlicher Lärmapparat, welcher aus einem deckelartigen Metallstücke von ausserordentlicher Sprödigkeit besteht, welches an einem durch zwei Löcher am Rande gezogenen Bande frei schwebend gehalten und mit einem grossen Klöppel geschlagen wird.

Goniometer oder Winkelmesser ist ein Instrument zur Messung der Kantenwinkel namentlich an Krystallen. Man unterscheidet zwei Arten, nämlich Anlege-, Hand- oder Contactgoniometer und Reflexionsgoniometer. Die ersteren nur für grössere Krystalle mit gut ausgebildeten Kantenlinien anwendbaren Goniometer sind den Transporteuren ähnlich: der Mittelpunkt des Halbkreises ist nur durch zwei Radien mit dem Bogen verbunden, von denen der eine nach dem Nullpunkte hingeht; im Mittelpunkte und am Nullpunkte sind Stifte, an denen sich in einem Schlitze eine Schiene in der Richtung des von 0 zu 180° gehenden Durchmessers verschieben lässt, während eine andere, wie eine Alhidade, an dem Mittelpunktsstifte drehbar und zugleich in einem Schlitze verschiebbar ist. Soll ein Kantenwinkel gemessen werden, so werden beide Schienen so verschoben, dass ihre Enden nur soweit frei hervorragen, wie die Kantenflächen breit sind; die Kante wird zwischen diese Enden gelegt, so dass beide Schienen sie genau berühren, und darauf an der Alhidade abgelesen. Solche Goniometer haben Carangeau und Majochi angegeben. — Die Reflexionsgoniometer sind allgemeiner brauchbar und beruhen darauf, dass, wenn sich ein Gegenstand in einem von zwei ebenen Spiegeln, die in einer horizontalen Kante sich schneiden oder schneiden würden, spiegelt und derselbe Gegenstand bei derselben Stellung des Auges sich in dem anderen Spiegel spiegeln soll, eine Drehung der Spiegel um die horizontale Kante erforderlich ist, welche dem Supplemente des Kantenwinkels,

also der Ergänzung desselben zu 180° gleichkommt. Im Allgemeinen bestehen diese Goniometer aus einem eingetheilten Verticalkreise mit Nonius, an dessen horizontaler Axe ein Träger ist, auf welchem der Krystall mit Wachs so angeklebt wird, dass die betreffende Kante parallel der Axe läuft. Als Gegenstand für die Spiegelung wählt man gewöhnlich eine horizontale Linie an einem gegenüberstehenden Hause, z. B. eine Fenstersprosse, weil man da die richtige Einstellung des Instrumentes am leichtesten prüfen kann. Das einfachste Reflexionsgoniometer ist von Wollaston; Naumann hat den Krystallträger zu verbessern gesucht; Malus, Mitscherlich und Babinet haben durch Anbringung eines Fernrohres mit Fadenkreuz die Messung verschärfen wollen; Babinet brachte auch das Object für die Spiegelung am Instrumente selbst in Gestalt eines rechtwinkeligen Fadenkreuzes an. Ein Instrument, welches sowohl als Contact-, als auch als Reflexionsgoniometer gebraucht werden kann, hat Matthiesen construirt. — Ein sogenanntes Divergenz-Goniometer zur Messung der seitlichen und verticalen Abweichung je zweier Blatt- oder Blüthenansatzstellen von Pflanzen hat Goldmann angegeben. Auf die Axe einer Scheibe wird der zu untersuchende gerade Zweig aufgesetzt, so dass er die Richtung derselben erhält; eine concentrisch auf der ersten Scheibe drehbare zweite Scheibe trägt eine Säule mit einem Schlitze, durch welchen hindurch man den aufgesetzten Zweig parallel laufend erblickt. Dreht man die zweite Scheibe, so dass man durch den Schlitz ein Auge des Zweiges sieht und dann weiter, bis der Schlitz auf das nächstfolgende Auge eingestellt ist, so erhält man in der letzten Drehung der zweiten Scheibe auf der ersten die Divergenz der Augen des Zweiges.

Governor oder Regulator der Dampfmaschine, s. Art. Regulator.

Gradiren heisst eine Salzlösung auf einen höheren Grad der Concentration bringen. Bei Salzsoole geschieht dies durch Verdunstung des Wassers in besonderen Gradirhäusern.

Gradirwaage oder Salz- oder Soolwaage, oder Salzspindel ist ein Aräometer zur Bestimmung des Salzgehaltes einer Soole. Man bestimmt den Gehalt einer Soole an Salz und zwar nach Procenten, nennt aber gewöhnlich die Soole nicht so und soviel procentig, wie sie Salzprocente hält, sondern soviel löthig. Da 100 Theile Wasser höchstens 37 Theile Salz auflösen, so würde eine 27löthige Soole die möglichst stärkste sein.

Gradmessungen sind die Messungen, welche man zur Ermittelung der Länge eines Meridiangrades ausgeführt hat, um dadurch die Gestalt der Erde zu bestimmen. Wieweit durch die Gradmessungen die Abplattung der Erde sich ergeben hat, ist im Art. Abplattung ausgeführt, auch im Art. Erde angegeben, worauf sich die Gradmessungen sonst noch zu erstrecken haben werden. Im vorliegenden Artikel soll

über die Ausführung der Gradmessungen das Wesentlichste beigebracht werden.

Im Allgemeinen senkt sich der Polarstern um einen Grad, wenn man in der Richtung von Norden nach Süden um 15 Meilen fortschreitet. Hieraus folgt eine Krümmung der Erde in der Richtung von Norden nach Süden im Allgemeinen wie auf einer Kugel. Eratosthenes hatte gehört, dass am Tage des Sonnenstillstandes im Sommer (Sommersolstitium) die Sonne um Mittag auf das Wasser in einem Brunnen zu Siene scheine, dass also die Sonne an diesem Tage um Mittag lothrecht über Siene stehe. Nun beobachtete er, indem er ein schüsselförmiges Gefäss aufstellte, in dessen Grunde er einen Stab errichtet hatte, den Schatten dieses Stabes zu Alexandrien am Tage des Sommersolstitiums und fand unter der nahe richtigen Annahme, dass Siene und Alexandrien in demselben Meridiane lägen, eine Entfernung beider Orte um $7^1/_5$ Grad. Die Entfernung Alexandriens von Siene rechnete man zu 5000 Stadien und somit ergab sich der Umfang der Erde zu 250000 Stadien. Posidonius verfuhr ähnlich mit dem Sterne Canopus, der in Rhodus nur eben an den Horizont kommt, in Alexandrien aber sich $7^1/_2$ Grad über denselben erhebt. Aus einer Entfernung beider Orte von 5000 Stadien berechnete er den Erdumfang zu 240000 Stadien. In diesen Fällen war die Entfernung der beiden Beobachtungsorte nicht genau ermittelt, ebenso wenig ihre genaue Lage in der Richtung von Süden nach Norden. Willibrod Snellius hat zuerst im Anfange des 17. Jahrhunderts eine genauere Methode der Messung angegeben durch Triangulation, d. h. durch Ausmessungen von Dreiecken, die sich an einander anschliessen, so dass man nur eine einzige Standlinie (Dreiecksseite) genau zu messen braucht und die übrigen Bestimmungsstücke durch Winkelmessungen findet. Historisch interessant ist, dass schon vor Snellius im Jahre 1525 Fernel einen Grad zwischen Paris und Amiens durch die Zahl der Umdrehungen eines Wagenrades zu 57070 Toisen bestimmt hat. Misst man nach der Methode von Snellius, so sucht man in der Nähe des zu messenden Bogens sich auszeichnende oder durch besondere Signale in der Ferne sichtbar gemachte Punkte aus, die so liegen, dass man jeden von zwei schon bestimmten Punkten aus sehen kann; misst von den Endpunkten der Standlinie aus die Winkel, welche diese Standlinie mit den nach den nächsten Punkten gehenden Visirlinien bildet; misst dann von den neu bestimmten Punkten aus die Winkel, welche die zwei der schon bestimmten Punkte verbindende Linie mit noch nicht bestimmten bildet u. s. f.; ferner misst man den Winkel, welchen eine der Seiten der erhaltenen Dreiecke mit dem Meridiane macht. Diese Messungen reichen aus zur Berechnung einer Meridianstrecke. Snellius mass 1615 zwischen Alcmar und Bergen op Zoom; Picard 1669 zwischen der Pariser Sternwarte und Amiens; die beiden Cassini und Maraldi wiederholten die letztere Messung

1683, 1700 und 1718 und setzten dieselbe durch ganz Frankreich fort. Cassini de Thury und Lacaille wiesen nach, dass bei dieser Messung Fehler vorgekommen waren. Nun folgte die grosse Gradmessung in Peru und bei Torneå in der Nähe des nördlichen Polarkreises, zu welcher der Cardinal Fleury auf Anregung Maurepas den König Ludwig XV. von Frankreich 1735 bewog. Lacaille mass 1750 unter 38° 18′ 30″ südlicher Breite; le Maire und Boscovich 1751—1753 unter 43° nördl. Br.; Beccaria 1768 unter 44° 44′ nördl. Br.; Liesganig unter 48° 43′ und 45° 57′ nördl. Br. Genauere Messungen haben 1764 Mason und Dixon in Pensylvanien unter 39° nördl. Br. ausgeführt; Swanberg und Ofverbom 1801—1803 unter dem Polarkreise; Lambton 1802 in Ostindien. In das Ende des vorigen und den Anfang dieses Jahrhunderts fällt die grosse französische Gradmessung zur Bestimmung des Meter durch Mechain und Delambre und nach Mechain's Tode fortgesetzt durch Biot und Arago. Als ausgezeichnet gelten ferner die Gradmessungen durch Brousseau, Nicollet und Pictet bei Genf und die sich anschliessenden und bis Padua fortgesetzten von Plana und Carlini; desgleichen die in Ostpreussen von Bessel ausgeführte.

Graduirung bezeichnet die Anfertigung einer Eintheilung nach Graden, z. B. beim Thermometer, bei manchen Aräometern etc.

Graham's Gesetz der Diffusion, s. Art. Diffusion.

Gramm ist die dem französischen Gewichtsgesetze zu Grunde liegende Gewichtseinheit. Ein Gramm ist das Gewicht eines Cubikcentimeters destillirten Wassers bei der Temperatur der grössten Dichtigkeit desselben (4°,108 C.) und reducirt auf den leeren Raum. Das Kilogramm = 1000 Gramm gilt als Normalgrösse; $^1/_{10}$ Gramm heisst Decigramm, $^1/_{100}$ Gramm = Centigramm, $^1/_{1000}$ Gramm = Milligramm, 10 Gramm = Dekagramm, 100 Gramm = Hektogramm; 100 Kilogramm geben den metrischen Centner, 1000 Kilogramm das Millier oder die Schiffstonne, 10000 Gramm das Myriogramm. Ein Liter ist dem Raume nach ein Cubikdecimeter und ein Kilogramm dem Gewichte nach ein Cubikdecimeter normalmässigen Wassers.

Gran ist $^1/_{480}$ einer Unze. S. Apothekergewicht im Art. Gewichte.

Grassmann'scher Hahn zur Verringerung des schädlichen Raumes an der Luftpumpe, s. Art. Hahn, Grassmann'scher.

Grauer Staar heisst eine durch das Undurchsichtigwerden der Krystalllinse herbeigeführte Blindheit. S. Art. Auge.

Graupeln sind kugelrunde, etwa erbsengrosse, undurchsichtige, leicht zerdrückbare Schneebälle, die besonders im Frühjahre und Herbste, oder überhaupt dann häufig niederfallen, wenn die Temperatur unter vielfachen Schwankungen über den Gefrierpunkt steigt, oder unter ihn

sinkt. — Wenn die Graupelkörner grösser, fester und zugleich durchsichtiger werden, auch nicht aus blos zusammengeballtem, sondern aus zusammengefrornem Schnee bestehen, auch wohl von einer Eisrinde umschlossen sind, so hat man sie als Schlossen zu bezeichnen. Diese fallen schon seltener und nicht während der kälteren Monate, sondern nur bei Temperaturen beträchtlich über dem Gefrierpunkte. — Bestehen die fallenden Körner zum grösseren Theile aus Eis, zum kleineren aus Schnee, dann erst verdienen sie den Namen Hagel. Vergl. Art. Hagel.

Gravimeter nannte Bustamente ein von ihm angegebenes Aräometer. S. Art. Aräometer. Auch Guyton de Morveau gab seinem Instrumente, welches sich von dem Nicholson'schen nicht wesentlich unterschied, denselben Namen.

Gravitation oder allgemeine Schwere ist die Kraft, welche alle zu unserem Sonnensysteme gehörenden Körper in ihren Bahnen erhält und nach denselben Gesetzen wirkt, durch welche das Fallen der Körper auf der Erde geschieht; die physischen Doppelsterne (s. Art. Doppelstern) haben sogar gezeigt, dass auch bei ihnen das Gravitationsgesetz noch Gültigkeit hat. Jeder Planet würde sich selbst überlassen in gerader Linie dem Beharrungsvermögen gemäss sich fortbewegen; die Sonne zieht ihn aber durch die Gravitationskraft an. Hieraus entsteht eine Centralbewegung, wie im Art. Bewegungslehre. IV. 8. näher nachgewiesen ist und woselbst unter e. namentlich der hier vorliegende Fall seine Erledigung gefunden hat. Es ist Newton's grosses Verdienst, aus der Annahme einer nach dem Mittelpunkte der Sonne gerichteten und dem Quadrate der Abstände umgekehrt proportionalen Kraft dargethan zu haben, dass die Planetenbewegungen nach den Kepler'schen Gesetzen erfolgen müssen. Auch die Bewegung der Trabanten um ihre Planeten erfolgt nach denselben Gesetzen, und überhaupt gilt das Gravitationsgesetz ganz allgemein, dass nämlich die materiellen Theilchen aller Körper sich wechselseitig im directen Verhältnisse ihrer Massen und im umgekehrten Verhältnisse des Quadrates ihrer Abstände anziehen. Die Schwerkraft auf der Erde ist nur ein besonderer Fall der allgemeinen Gravitation, insofern die Masse der Erde die Masse der Körper auf derselben unendlich überwiegt, so dass die Anziehung nur als eine einseitige, von der Erde allein ausgehende erscheint. Vergl. Art. Schwere.

Grenzwinkel nennt man den grössten Winkel, unter welchem ein Strahl bei dem Uebergange aus einem dichteren Mittel in ein dünneres noch einfallen kann, wenn er gebrochen werden und in das dünnere Mittel übergehen soll. Vergl. Art. Brechung. A. I.

Grösse bezeichnet alles, was vergrössert und verkleinert werden kann. Die Mathematik ist die allgemeine Grössenlehre. Das Messen

ist bei dem Auffinden der Naturgesetze eine Hauptsache und daher spielt der Begriff Grösse in der Physik eine so grosse Rolle.

Grösse, scheinbare oder sichtbare, einer Dimension nennt man die nach der Grösse des Sehwinkels beurtheilte Grösse einer Dimension eines Gegenstandes zum Unterschiede von der wahren Grösse derselben. Unter sichtbarer oder scheinbarer Grösse eines Gegenstandes schlechthin versteht man die der grössten Dimension desselben.

Grotte, eine, ist eine Gewölbhöhle mit weitem Eingange und von geringer Tiefe. S. Art. Höhle.

Grove'sche Kette ist eine constante galvanische Kette (s. Art. Säule, galvanische) aus Zink in verdünnter Schwefelsäure und Platin in concentrirter Salpetersäure. Smee ersetzte das Platin durch platinirtes Silber und Callan durch platinirte Bleiplatten.

Grundeis ist das Eis, welches sich auf dem Grunde fliessender Gewässer bildet. Das Nähere im Art. Eis.

Grundfarben nennt man diejenigen, aus deren Mischung die übrigen erzeugt werden können. Schon vor Newton's Zerlegung des Lichtes betrachtete man Roth, Gelb und Blau als Grundfarben. Mayer und Brewster waren sogar der Ansicht, dass selbst das Sonnenlicht nur aus diesen Dreien zusammengesetzt sei; nach den Versuchen von Helmholtz (s. Art. Farbe) scheinen wenigstens fünf Grundfarben zu existiren, nämlich Roth, Gelb, Grün, Blau und Violett.

Grundform, s. Art. Grundgestalt.

Grundgesetz oder Fundamentalgesetz nennt man ein Naturgesetz, welches der Erfahrung gemäss die einfachsten bekannten Wirkungen einer Grundkraft ausdrückt, z. B. das Gravitationsgesetz. S. Art. Fundamentalerscheinung.

Grundgestalt nennt man die einfache Gestalt, von welcher man bei der Beschreibung der Krystalle eine zusammengesetzte ableitet. Die Grundgestalt braucht nicht die Kerngestalt zu sein. S. Art. Krystallographie und Kernform.

Grundkraft oder Fundamentalkraft bezeichnet die letzte Ursache einer Naturerscheinung, z. B. die Schwerkraft. Vergl. Art. Grundgesetz und Fundamentalerscheinung.

Grundlauwine oder Grundlawine heisst eine Lawine, wenn die Schneemasse auf einem Abhange herabgleitet, während bei Staublawinen die Masse frei fällt und während des Fallens theilweise zerstäubt. S. Art. Lawine.

Grundlinie der Augen, s. Art. Medianebene.

Grundphänomen, s. Art. Fundamentalerscheinung.

Grundstoff bezeichnet einen noch unzerlegten Stoff. S. Art. Elemente.

Grundton bezeichnet den Ton, von welchem man bei der Bildung der Tonleiter ausgeht. Jeder Ton kann Grundton werden. Bei einem

tönenden Körper, z. B. bei einer gespannten Saite, bei einer Pfeife, nennt man auch den tiefsten Ton, welcher erzeugt werden kann, Grundton.

Grundwasser ist das Wasser, auf welches man beim Eindringen in die Erde trifft, sobald man in das Niveau eines nahe liegenden Gewässers kommt.

Guckkasten oder optischer Kasten heisst ein Kasten, in dessen Vorderseite eine Convexlinse von grosser Brennweite eingesetzt ist, durch welche man nach einem hinter derselben befindlichen, unter einem Winkel von 45° geneigten Planspiegel sieht, unter welchen ein Bild umgekehrt gelegt wird. Die Entfernungen der Spiegelmitte von der Linse und von dem Bilde zusammen müssen nur etwas weniger als die Brennweite der Linse betragen. Das Spiegelbild, welches dann innerhalb der Brennweite der Linse steht, erscheint aufrecht, vergrössert und in die Ferne gerückt. Vergl. Art. Alethoskop.

Guferlinie oder Mittelgandecke heisst eine Gandecke (s. Art. Gletscher), welche aus zwei zusammenstossenden Seitengandecken zweier Gletscher, die zusammentreffen, entsteht.

Gusseisen oder Roheisen ist Eisen mit 3 bis $5^1/_4$ Procent Kohlenstoff. S. Art. Eisen.

Gymnotus oder Zitteraal, oder electrischer Aal, oder Surinamscher Aal, s. Art. Aal, electrischer.

Gypshöhlen oder Kalkschlotten in Thüringen genannt gehen in den Gypsmassen der Zechsteinformation in grossen Zügen meilenweit fort und sind im Allgemeinen bis auf eine grosse Höhe mit Wasser angefüllt. Der Schlottenzug bei Wimmelburg unweit Eisleben gehört hierher. Diese Höhlen haben oft Erdfälle zur Folge, die in Thüringen Sooleiher genannt werden, wenn sie mehr oder weniger mit Wasser erfüllt sind. Der süsse und der salzige See bei Eisleben haben solchen Einsenkungen ihre Entstehung zu danken. Der Anblick der Gypshöhlen ist ungemein schön, da die Wandungen häufig aus Alabaster bestehen. Die Luft in ihnen ist gewöhnlich mehr oder weniger mit kohlensaurem Gase gemengt, welches sich aus dem Stinkkalke entwickelt, der stellenweis in Bänken mit dem Gyps wechselt. Deshalb ist Vorsicht beim Besuche solcher Höhlen nöthig, da dies Gas erstickend wirkt.

Gyreidometer, das, von E. Wilde ist ein Instrument zur Erzeugung Newton'scher Farbenringe und zur Ausführung der dabei nöthigen Messungen. Auf einem Messingrahmen lässt sich mittelst einer Mikrometerschraube ein Schlitten bewegen; auf dem Schlitten ist durch Schrauben eine Convexlinse befestigt; über dieser Linse liegt ein paralleles Glas, das unter einem kleinen Winkel gegen die horizontale Bahn der Linse geneigt ist und in dieser Neigung durch eine etwas federnde Unterlage und eine Schraube gehalten wird; an dem Rahmen sind ausserdem zwei vertical drehbare Ständer, welche an ihren freien Enden

ebenfalls einen Messingrahmen mit Schlitten tragen; an diesem Schlitten ist ein Mikroskop befestigt, und neben dem einen Ständer ist ein eingetheilter Kreisbogen mit Nonius, um die Einfallswinkel und Reflexionswinkel der Lichtstrahlen bis auf Minuten zu messen. Das ganze Instrument sammt Mikroskop ist etwa 7 Zoll lang und hoch und $2^3/_4$ Zoll breit. Vergl. Art. Farbenringe. C.

Gyreidoskop nannte Jerichau eine Vorrichtung zur Erzeugung Newton'scher Ringe. Das Gyreidometer (s. d. Art.) ist eine Verbesserung desselben durch den Messapparat.

Gyrotrop, Kreis- oder Stromwender ist wie der Commutator (s. d. Art.) und der Inversor (s. d. Art.) ein Hilfsapparat bei Versuchen mit electrischen Strömen, durch welchen die Stromrichtung schnell umgekehrt werden kann. Das Gyrotrop von Pohl besteht aus zwei Stücken: aus einer Scheibe und aus einer Wippe. Die etwa 4 Zoll im Durchmesser haltende und 1 Zoll dicke Scheibe von Holz hat 6 kleine Vertiefungen in den Spitzen eines regulären Sechsecks, wie eingesetzte Fingerhütchen. Der Reihe nach mögen diese Vertiefungen mit 1 bis 6 bezeichnet werden. Die 2. und 5. Vertiefung sind durch Kupferdraht verbunden; ebenso die 3. und 6., jedoch so, dass die beiden Drähte nicht in Berührung kommen. Die Wippe besteht aus einem Griffe von Glas oder Holz, zu dessen beiden Seiten je drei bogenförmige Kupferdrahtstücke angebracht sind, welche der Griff von einander isolirt. Diese Drahtstücke sind von bestimmter Länge; wird nämlich die Wippe auf die Scheibe gesetzt, so müssen die beiden mittleren in die Vertiefungen 1 und 4 passen, zwei andere in 2 und 3 oder in 5 und 6, die beiden übrigen aber dürfen dann nicht in 5 und 6 oder in 2 und 3 eintauchen, sondern müssen frei hervorragen. Die Wippe kann mittelst des Griffes hin und her gelegt werden. Beim Gebrauche werden die Vertiefungen mit Quecksilber gefüllt, die Schliessungsdrähte in 1 und 4 mit ihren Enden gelegt, die Drahtenden aber, welche den Strom weiter, z. B. nach einem Galvanometer führen sollen, in die Vertiefungen 5 und 6. Taucht die Wippe in 5 und 6 ein, so geht der, z. B. in 1 eintretende, Strom von 1 nach 6, von da durch den Leitungsdraht nach 5 und von da durch 4 zurück; taucht hingegen die Wippe in 2 und 3 ein, so geht derselbe Strom von 1 nach 2, von da nach 5, von hier durch den Leitungsdraht nach 6 — also in einer der vorigen entgegengesetzten Richtung —, hierauf von 6 nach 3, und von da nach 4 zurück. Um dem Strome eine entgegengesetzte Richtung zu geben, ist also nur ein Umlegen der Wippe nöthig, so dass sie einmal in 5 und 6, das andere Mal in 2 und 3 eintaucht. — Poggendorff hat (Poggend. Annal. B. 61. S. 586) die Wippe verallgemeinert, namentlich um einem secundären Strome eine andauernde Wirksamkeit zu verleihen. — Beim Telegraphiren bedient man sich eines Tastengyrotrops.

H.

Haarhygrometer, }
Haarhygroskop, } s. Art. Hygrometer.

Haarrauch, Haide-, Heer-, Höhen-, Höh-, Land-, Moor-, Sonnenrauch, nennt man einen trockenen Nebel, der zeitweise in der Atmosphäre, am häufigsten im nordwestlichen Deutschland und in Holland während der Monate Mai, Juni und Juli auftritt und entschieden in diesen Gegenden von dem im nordwestlichen Deutschland gebräuchlichen Moorbrennen herrührt. Zu beiden Seiten der Ems sind grosse Moorflächen, die ein Areal von $65^1/_2$ Quadratmeilen einnehmen. 30000 bis 40000 Morgen dieser Fläche werden jährlich im Mai und Juni durch Abbrennen zum Anbau des Buchweizens und Roggens geeignet gemacht, und der vom Winde oft weit fortgeführte Rauch dieser Brände ist der Haarrauch. — Haaren nennt man an der Ems die in der Nähe von Niederungen und Moorgegenden gelegenen Anhöhen.

Nicht jeder trockene Nebel hat einen solchen Ursprung. Vrgl. z. B. Art. Callina und Quobar. Der Haarrauch des Jahres 1783, welcher sich über ganz Europa bis Syrien und Nordafrika ausbreitete, das adriatische und mittelländische Meer und bis 50 Meilen vom Lande auch den atlantischen Ocean bedeckte, hatte wahrscheinlich in den damals stattfindenden gewaltigen vulkanischen Ausbrüchen auf Island und in Calabrien seinen Grund. — Vogel hat in Afrika zwischen den Flüssen Gongola und Yeau, die nach dem Tschad-See fliessen, einen Höhenrauch mit brenzlich-bituminösem Geruche, der sich auch bei dem westphälischen Haarrauche zeigt, beobachtet.

Haarröhrchen oder Capillarröhrchen sind Röhren von geringem Caliber, selbst kaum von der Dicke eines Haares, wiewohl man auch Röhren bis zu einer Linie im Durchmesser dazu rechnet. Solche Röhren zeigen, wenn sie in eine Flüssigkeit eingetaucht werden, ein von dem Gesetze der communicirenden Gefässe (s. Art. Communicirende Gefässe) verschiedenes Verhalten, welches man mit dem besonderen Namen der Haarröhrchenwirkung bezeichnet.

Haarröhrchenwirkung oder Capillarität bezeichnet das von dem Gesetze der communicirenden Gefässe abweichende Verhalten der in eine Flüssigkeit eingetauchten Haarröhrchen. In einem Haarröhrchen steigt nämlich eine Flüssigkeit, in welcher dasselbe steht, über das äussere Niveau, wenn es von derselben benetzt wird; hingegen steht die Flüssigkeit unter dem äusseren Niveau, wenn das eingetauchte Röhrchen trocken bleibt. Das Erstere bezeichnet man als Haarröhrchenanziehung oder Capillarattraction oder Capillarascen-

sion, das Letztere als Haarröhrchenabstossung oder Capillardepression.

Im Allgemeinen gelten folgende Gesetze: 1) Die Haarröhrchenanziehung sowohl, wie die Haarröhrchenabstossung ist für Röhrchen aus demselben Stoffe bei verschiedenen Flüssigkeiten verschieden und um so bedeutender, je enger die Röhrchen sind. 2) Sind die Querschnitte der Röhrchen Kreise, so verhalten sich die Erhebungen oder Herabdrückungen unter sonst gleichen Umständen umgekehrt wie die Durchmesser der Röhrchen. 3) Haben die Röhrchen einen rechteckigen Querschnitt, so verhalten sich die Höhenunterschiede umgekehrt wie die Quotienten aus den Umfängen in die Querschnitte der Röhrchen oder umgekehrt wie die harmonischen Mittel der Rechtecksseiten. 4) Zwischen zwei parallelen Platten beträgt die Höhe nur die Hälfte von derjenigen in einem cylindrischen Röhrchen, dessen Durchmesser der Entfernung der beiden Platten gleich ist. 5) Taucht man zwei ebene Glasplatten, welche sich in einer verticalen Linie berühren und einen sehr kleinen Winkel mit einander bilden, in eine benetzende Flüssigkeit, so erhebt sich dieselbe zwischen den Platten dergestalt, dass die obersten Stellen in der Krümmung einer gleichseitigen Hyperbel liegen, deren Asymptoten einerseits die Durchschnittskante der Platten, andererseits aber das Niveau der Flüssigkeit ist. — Luftdruck und Wanddicke der Röhrchen sind ohne Einfluss, wohl aber die Temperatur.

Die Erklärung der Haarröhrchenwirkungen in allen Einzelheiten ist mit grossen Schwierigkeiten verbunden und hat die Mathematiker vielfach beschäftigt. Im Allgemeinen kommt man zu dem Resultate, dass $u(2P - p) = qhs$ ist, wenn q den Querschnitt des Röhrchens, h den Unterschied des inneren und äusseren Niveaus, s die Dichte der Flüssigkeit, u den ganzen Umfang des Röhrchens im Innern, P die in einem Punkte des Röhrchens wirksame aufwärtsziehende und p ebenso die abwärtsziehende Kraft bedeutet. Ist nämlich ein Röhrchen eingetaucht, so wirkt P sowohl im Innern des Röhrchens an der Oberfläche der Flüssigkeit, als am unteren Ende, hingegen p nur im Innern des Röhrchens an der Oberfläche, weil an allen anderen Stellen jedes Tröpfchen unter und über sich Flüssigkeit hat, nur nicht an der Oberfläche. Die in einem Punkte des Röhrchens wirksame Kraft ist also $2P - p$ und daher im ganzen Umfange $u(2P - p)$. Diese Kraft hebt die Flüssigkeit im Röhrchen empor, wenn $2P$ grösser als p ist, oder drückt sie herab, wenn $2P$ kleiner als p ist. Das Gewicht der gehobenen oder herabgedrückten Flüssigkeit muss nun gleich $u(2P - p)$ sein; da ihr Volumen qh ist und s das Gewicht der Volumeneinheit, d. h. bei Wasser für 1 Cubikzoll $1^1/_{14}$ Neuloth, angiebt, so ist das Gewicht qhs und daher $u(2P - p) = qhs$. Aus dieser Gleichung folgt $h = \frac{u(2P - p)}{qs}$. Je

nach dem Querschnitte hat man für u und q ihre Werthe zu setzen, also bei cylindrischen Röhrchen vom Durchmesser d für den Umfang $d\pi$ und für den Querschnitt $\frac{1}{4} d^2\pi$, so dass $h = \frac{4\,(2P - p)}{ds}$ wird, woraus man für verschiedene Röhrchen $h : h_, = d_, : d$ erhält. Bei einem rechteckigen Röhrchen mit den Seiten b und l ist $u = 2\,(b + l)$ und $q = bl$, folglich $h = \frac{2\,(2P - p)}{s}\left(\frac{1}{l} + \frac{1}{b}\right) = \frac{2\,(2P - p)}{s} \cdot \frac{bl}{b + l}$, woraus für verschiedene Röhrchen sich $h : h_, = \frac{b_, l_,}{b_, + l_,} : \frac{b\,l}{b + l}$ ergiebt. Stehen zwei Platten parallel gegenüber, so kann man den Querschnitt als ein Rechteck ansehen, bei welchem l gegen b unendlich lang ist, folglich erhält man aus der Höhe für rechteckigen Querschnitt, da $\frac{1}{l} = 0$ genommen werden kann, $h = \frac{2\,(2P - p)}{s} \cdot \frac{1}{b}$ und also für verschiedene Abstände $h : h_, = b_, : b$; desgleichen sieht man, dass hier h nur halb so gross ist als bei einem cylindrischen Querschnitte, bei welchem d gleich dem hier stattfindenden b ist. Stossen die Platten in einer verticalen Linie zusammen, so muss der Stand zwischen je zwei von dem Scheitel gleich weit abstehenden Punkten so gross sein, wie zwischen zwei parallelen Platten, deren Abstand dem jener Punkte von einander gleich ist. Nennt man den gegenseitigen Abstand der Punkte b und ihre Entfernung von dem Scheitel x, so erhält man $h : h_, = b_, : b$ und $x : x_, = b : b_,$; es ist also $hb =$ einer constanten Zahl m und $\frac{x}{b} =$ einer constanten Zahl n, folglich $xh = mn$, d. h. die Höhen liegen in einer Hyperbel, wie es das oben angegebene Gesetz verlangt.

Aus den Gesetzen der Haarröhrchenwirkung erklärt sich eine grosse Anzahl von Naturerscheinungen. Das Aufquellen der Körper, das Feuchtwerden von Sand, Asche, Erde, die aufsaugenden Wirkungen der Schwämme, das Filtriren, das Maceriren, das Aufsteigen von fetten Oelen in Dochten, das Anschwellen von Zeugen und Fäden in der Feuchtigkeit, die Wirkung der Bäder, das Färben und andere derartige Erscheinungen finden ihren Grund in der aufsaugenden Wirkung der Haarröhrchen und haarröhrchenartigen Räume. — Durch dieselben Kraftverhältnisse wird auch um eingetauchte oder auf Flüssigkeiten schwimmende Körper die Flüssigkeit entweder emporgezogen oder herabgedrückt. Schwimmen z. B. zwei hohle Glaskugeln oder Korkkugeln auf Wasser, so hebt sich dies rings um dieselben. Sind sie einander hinreichend nahe, so zieht sie das zwischen ihnen befindliche Wasser mit beschleunigter Geschwindigkeit gegeneinander, bis sie endlich einander berühren. Ebenso bewegen sich zwei Kugeln, welche von der Flüssigkeit nicht benetzt werden, z. B. Wachskugeln auf Wasser oder Glas-

kugeln auf Quecksilber, zu einander hin, weil sie von der äusseren Flüssigkeit gegen einander gedrückt werden. Zwei Kugeln endlich, von denen die eine benetzt wird, die andere aber nicht, entfernen sich wegen der Krümmung der zwischen ihnen befindlichen Flüssigkeit von einander. Ebenso erklärt sich, warum Luftbläschen auf einer das Gefäss benetzenden Flüssigkeit sich am Rande ansammeln, z. B. bei perlendem Weine, aber nach der Mitte sich bewegen, wenn das Gefäss nicht benetzt wird.

Bei dem Barometer verdient die Depression des Quecksilbers besondere Beachtung, ebenso ist bei Messung von Gasen, die in graduirten Röhren über Wasser oder Quecksilber enthalten sind, desgleichen bei Anfertigung graduirter Röhren selbst auf die Haarröhrchenwirkung Rücksicht zu nehmen. Die Ebene, in welcher die Flüssigkeit in dem Haarröhrchen stehen müsste, wenn die Oberfläche nicht gekrümmt wäre, also die wahre Niveauebene, halbirt den Meniscus an der Oberfläche im Allgemeinen nicht, z. B. in einem Röhrchen von 1^{mm} Durchmesser beträgt bei 15^0 C. die Höhe des Quecksilbermeniscus $0,^{mm}321$ und die Niveauebene würde $0,^{m}178$ unter dem höchsten Punkte liegen.

Haarstern, s. Art. Komet.

Hachette's oder **Clement's Versuch.** Eine Röhre von etwa 1 Linie Durchmesser, von Glas oder Rohr etc., halte man in horizontaler Richtung gegen eine verticale Ebene, z. B. den Deckel eines Buches, und blase durch dieselbe möglichst kräftig hindurch, während eine Papierscheibe von einigen Zollen Durchmesser, die in ihrer Mitte einen kreisförmigen Ausschnitt hat, auf der Röhre leicht beweglich in einem Abstande von etwa einem Zolle aufgesetzt ist. Das Auffallende ist nun, dass die Papierscheibe gegen die verticale Wand fliegt. Der Grund liegt darin, dass die mit Heftigkeit aus dem Rohre gegen die Fläche strömende Luft alle Luft an der Fläche rings um die Röhrenmündung in Bewegung setzt, so dass ein luftverdünnter Raum entsteht, welcher dem Drucke der Luft auf der anderen Seite der Papierscheibe nicht mehr Widerstand leistet. — Bringt man an einer engen Röhre eine Erweiterung an und an der unteren Seite dieser Erweiterung eine mit Flüssigkeit gefüllte heberförmige Röhre, so steigt die Flüssigkeit in dem Schenkel, welcher an der Röhre befestigt ist, sobald man durch die Röhre heftig bläst. Die Erklärung ist der vorigen entsprechend.

Hämmerbarkeit ist eine besondere Form der Dehnbarkeit (s. d. Art.) und besteht insbesondere darin, dass ein Körper durch Hammerschläge geformt werden kann. Eisen besitzt namentlich die Eigenschaft der Hämmerbarkeit, weil es vor dem Schmelzen weich wird.

Härte bezeichnet eine relative Eigenschaft der festen Körper und zwar den grösseren oder geringeren Widerstand, welchen ein Körper bei dem Versuche, in ihm Eindrücke hervorzurufen, entgegensetzt. Je grösser dieser Widerstand ist, desto härter nennt man den Körper,

während derselbe weich bezeichnet wird, wenn dieser Widerstand nur gering ist. Der härtere Körper ritzt den minder harten. Der härteste Naturkörper ist der Diamant. In der Mineralogie ist die Härte ein bedeutendes Kennzeichen und Mohs hat für diese Zwecke eine besondere Scala entworfen, so dass man die Härte eines Minerals durch eine Zahl auszudrücken vermag. Diese Scala reicht von 1 bis 10 und die Repräsentanten sind folgende Mineralien: 1. Talk; 2. Gyps oder Steinsalz; 3. Kalkspath; 4. Flussspath; 5. Apatitspath; 6. Feldspath; 7. Quarz; 8. Topas; 9. Korund; 10. Diamant.

Härten heisst nicht sowohl einen Körper hart machen, als ihm einen bestimmten Grad von Härte ertheilen. Soll Stahl glashart werden, so macht man denselben hell rothglühend und taucht ihn dann plötzlich in möglichst kaltes Wasser. Diesen Stahl kann man hierauf wieder bis zu einem beliebigen Grade erweichen, indem man ihn hell schleift und dann allmälig erwärmt. Hierbei nimmt er bestimmte Farben an: Gelb, Purpur, Blau und Grau, und jede Farbe entspricht einem Härtegrade. Werkzeuge zum Schneiden in Metall, z. B. Drehstähle, lässt man nur hafergelb anlaufen; Instrumente zum Holzschneiden purpurroth; Federn, welche nur wenig Bewegung zu machen haben, blau; ganz grosse Federn sogar grau. Federn, welche viel Bewegung machen sollen, bestreicht man mit Fett, erwärmt sie bis zur Entzündung desselben und kühlt sie dann in kaltem Wasser ab. Stahl erleidet hierbei durch und durch eine Veränderung, Eisen wird bei gleicher Behandlung nur auf der Oberfläche hart. Gussstahl darf nur bis kirschroth glühend gemacht werden, weil er bei stärkerer Erhitzung seine Zähigkeit verliert. — Manche Körper werden durch besondere Zusätze härter, z. B. Gold und Silber durch Kupfer, Kupfer durch Zinn, während es durch Zink weicher wird. Eisen wird sehr hart durch geringe Zusätze von Aluminium, Silicium, Chrom, Silber, Platin etc. Blei mit $^1/_4$ Antimon giebt die harte Schriftgiessermasse. Silber wird sehr hart, so dass man es sogar zu Feilen benutzen kann, durch einen Zusatz von $^{35}/_{1000}$ Eisen, $^2/_{1000}$ Kobalt und $^5/_{10000}$ Nickel.

Häute des Auges, s. Art. Auge.

Hafenetablissement / **Hafenzeit** bezeichnet die bestimmte Zeit nach dem Durchgange des Mondes durch den Meridian eines Hafens, zu welcher das Maximum der Meeresfluth daselbst eintritt. Vergl. Art. Ebbe. S. 237.

Hagar-Presse, s. Art. Kniepresse.

Hagel, Schlossen, Steine, Kiese, Graupeln sind starre atmosphärische Niederschläge. Der Sprachgebrauch ist sehr ungenau. Im Art. Graupeln sind die Begriffe Graupeln, Schlossen und Hagel näher unterschieden und darnach besteht der Hagel vorzugsweise aus Eiskörnern. Das Hagelkorn ist selten so kugelrund wie das Graupelkorn; bisweilen ist es linsenförmig, birnenförmig oder pilzförmig, auch

finden sich dreieckig- oder sechseckigpyramidale Gestalten; oft backen mehrere zu grösseren Hagelsteinen zusammen. Die Grösse ist sehr verschieden; einfache Körner von der Grösse eines Taubeneies gehören schon zu den übergrossen. Der Kern ist ein Graupelkorn; die Hülle wird von trübem Eise gebildet. Bisweilen hat man Spreu, Schwefelkieskrystalle, vulkanische Asche und dergl. eingeschlossen gefunden. Diese Körper waren dann in die Höhe gehoben und hatten, wenn ihre Temperatur hinreichend niedrig war, dem Wasserdunste Gelegenheit geboten, sich auf ihnen niederzuschlagen. Es ist eine allgemein verbreitete Annahme, dass der Hagel nur bei Tage falle; indessen stehen zahlreiche Thatsachen hiermit in Widerspruch. Ein nächtlicher Hagel kann leicht unbemerkt bleiben, wenn er keinen grossen Schaden angerichtet hat. Es hagelt zu allen Tagesstunden, aber am meisten um die heisseste Tageszeit. Aus Zusammenstellungen der Hagelfälle nach den Jahreszeiten, allerdings ohne Rücksicht darauf, ob die niederfallenden Körner Graupeln oder eigentlicher Hagel gewesen sind, hat sich ergeben, dass die Häufigkeit der Hagelfälle mit der Häufigkeit und Reichlichkeit des Regens ab- und zunimmt. Eigentlicher Hagel fällt wahrscheinlich nur in den wärmeren Monaten. In höher liegenden Gegenden scheint der Hagel nicht so häufig vorzukommen, als in der Tiefe. In Bezug auf die geographische Breite hat sich herausgestellt, dass die mittleren Breiten am häufigsten vom Hagel heimgesucht werden, auf der nördlichen Halbkugel vorzugsweise die Zone zwischen 30 und 60 Grad. Trotz der weiten Verbreitung ist der eigentliche Hagel doch nur eine ganz locale Erscheinung. Wo es Cretins giebt, soll es nie hageln. Die vom Hagelwetter betroffenen Stellen sind in der Regel nur schmal, aber die Länge ist oft sehr bedeutend. Als Vorbote von Hagelwettern wird häufig ein eigenthümliches Geräusch angegeben. Dies mögen zum Theil die aneinander stossenden Hagelkörner, zum Theil die dabei auftretenden heftigen Luftströmungen verursachen. Bei Graupelschauern besteht das Geräusch in einem eigenthümlichen Brausen, bei Hagelwettern in einem stärkeren Dröhnen oder Rasseln. Vor der Entstehung eines Hagelwetters pflegt sich im Sommer der Himmel wie bei Gewittern mit weissen Federwolken zu überziehen. Gewöhnlich sind zwei Wolkenschichten vorhanden, und daher rührt der eigenthümliche aschgraue Farbenton der eigentlichen Hagelwolke. Die Ränder der Wolke sind vielfach zerzaust und auf der Oberfläche zeigen sich hie und da sehr grosse unregelmässige Auswüchse; zuweilen bilden sich auch traubenartige Schläuche, die öfters fast die Erde berühren und an Wasserhosen erinnern. Gewöhnlich beginnt das Hagelwetter nach einem heftigen Donnerschlage mit einzelnen, sehr dicken Regentropfen, dann kommen einzelne kleine Hagelkörner und hierauf stellt sich das eigentliche Hageln selbst ein, welches allerdings nur einige Minuten anzuhalten pflegt, aber von heftigen Blitzen und Donnern begleitet ist. Eine bedeutende Temperaturerniedrigung ist die Folge.

— Die Graupeln erklären sich aus der Eigenschaft des Schnees, bei einer dem Gefrierpunkt nahen Temperatur knetbar zu sein, so dass die einzelnen Krystalle durch eine gewisse Klebrigkeit aneinander haften und dann bei stürmischem Wetter durch das häufige Zusammenstossen sich abrunden. — Die Erklärung des Hagels bietet viele Schwierigkeiten dar. Soviel steht fest, dass sich die Graupeln dadurch in Hagelkörner umwandeln, dass sie sich mit einer dünnen Eisschaale überziehen, dass dann durch Zuwachs von Aussen eine Vergrösserung eintritt, indem sich wiederholt Eisschaalen ansetzen. Das fallende Graupelkorn vergrössert sich im Fallen, wie der Regentropfen, aber der Ansatz wird fest, weil die durch die Verdunstung erregte Erkaltung das sich anlegende Wasser in Eis verwandelt; denn die Schmelzungswärme beträgt nur ungefähr den siebenten Theil der Verdampfungswärme, nämlich jene 79° und diese 540° C. Da das Hageln nur local ist, sich auf die Sommermonate beschränkt und am Tage häufiger ist als des Nachts, so hat man die Veranlassung in dem aufsteigenden Luftstrome *(courant ascendant)* zu suchen. Durch diesen Luftstrom wird das Wasser in eine solche Höhe geführt, dass es erstarren muss. — Volta hatte eine jetzt aufgegebene Hageltheorie aufgestellt, die darauf hinauslief, dass die anfangs durch Kälte gebildeten Flocken zwischen zwei Wolken, von denen die eine positiv, die andere negativ electrisch sein sollte, sich solange auf- und nieder bewegten, bis entweder die electrische Spannung der Wolken durch Wechselwirkung aufgehoben sei, oder die Schwere sie durch die Wolke treibe. Bei diesem Hin- und Herfliegen sollten die Körner durch ihre Verdunstung, wie oben, wachsen. — Die oben angegebene Theorie hat Leopold v. Buch zuerst aufgestellt. Die Electricität, welche bei Hagelwettern auftritt, ist jedenfalls keine Ursache der Hagelbildung, sondern eher eine Folge derselben, wie auch der bei Gewittern herabstürzende Regenguss dem vorangehenden Blitze nicht seine Entstehung verdankt, sondern der Blitz gerade umgekehrt dem starken Niederschlage. — Während Volta und L. v. Buch die zur Hagelbildung erforderliche Kälte durch Verdunstung entstehen lassen, hat man andererseits die Kälte als schon vorhanden nachzuweisen gesucht. Vogel und später Nöllner haben angenommen, dass in den höheren Regionen die Nebelbläschen bis unter 0° C. erkaltet seien und dabei doch noch Wasser im tropfbarflüssigen Zustande enthielten. Diese Annahme lässt sich rechtfertigen durch die im Art. Eis angeführten Thatsachen, dass Wasser selbst noch bei —14¼° C. flüssig sein kann; ebenso sprechen die von Bixio bei seiner Luftfahrt gemachten Erfahrungen dafür (vergl. Art. Luftschifffahrt und Dampfbläschen). Ferner ist (1862) Mohr mit einer Hageltheorie aufgetreten. Er führt die Hagelbildung auf das Hereinbrechen kalter Luftmassen aus den höheren Luftregionen in tiefere, welche mit Wasserdampf gesättigt seien, zurück und die hierdurch veranlasste Umwandlung des luftförmigen Wassers in tropfbar-

flüssiges soll durch die dabei eintretende Raumverminderung die eigentliche Ursache der Hagelbildung sein.

Hagel, electrischer, ist eine electrische Spielerei, die man auch Erbsen- oder Puppentanz (s. d. Art.) nennt. Volta's Hageltheorie sollte dadurch veranschaulicht werden.

Hagelableiter, bestehend in einer Menge von Blitzableitern, welche den Wolken die Electricität entziehen und somit die Ursache der Hagelbildung (nach Volta's Theorie) beseitigen sollten, schlug 1776 Guenaut de Montbeillard vor. Ein Apotheker La Postolle trieb den Unsinn noch weiter und schlug vor, eine Flur gegen Hagelschlag durch viele mit Strohseilen versehene Stangen zu schützen, weil er Stroh für einen besseren Electricitätsleiter hielt als die Metalle. Ein Hagelableiter, in dem Sinne wie Blitzableiter, der den Blitzschlag auffängt und unschädlich macht, müsste eine Vorrichtung sein, welche die Hagelkörner anzieht und auf eine Stelle lenkt, wo sie keinen Schaden anrichten können!

Hagelwolke, s. Art. Hagel.

Hahn, Babinet's, dient dazu, bei zweistiefeligen Luftpumpen die nachtheilige Wirkung des schädlichen Raumes zu verringern. Das Wesentliche besteht darin, dass, wenn ein gewisser Grad von Verdünnung erreicht ist, die Verbindung des einen Stiefels mit dem Recipienten abgesperrt, dagegen eine Verbindung dieses Stiefels mit dem andern hergestellt wird. Ist dies geschehen, so kann nur noch dieser zweite Stiefel Luft aus dem Recipienten saugen. Geht hierauf der Kolben dieses Stiefels zurück, wobei dann der in dem ersten steigt, so wird die Luft in dem Stiefel, welcher noch gesogen hatte, nicht verdichtet, sondern geht ohne Verdichtung in den von dem Recipienten abgesperrten Stiefel, so dass sich in dem schädlichen Raume nur sehr verdünnte Luft befindet. Einfacher wird derselbe Zweck durch den — gleich folgenden — Grassmann'schen Hahn erreicht.

Hahn, Grassmann'scher, dient, wie der Babinet'sche Hahn, zur Verringerung der nachtheiligen Wirkung des schädlichen Raumes bei zweistiefeligen Luftpumpen. Dieser Hahn ist dreifach durchbohrt. Die eine Durchbohrung ist geradlinig und verbindet bei einer gewissen Stellung des Hahnes beide Stiefel; die anderen beiden sind im Winkel verlaufende Canäle, von denen je eine Mündung gerade in der Mitte von den beiden Mündungen der geraden Durchbohrung auf demselben Kreise der Hahnoberfläche liegt, während die andere Mündung der einen Durchbohrung nach aussen, zu dem Griffende, die der zweiten zu dem Recipienten führt, wenn das andere Ende mit dem einen Stiefel in Verbindung steht. Legt man den Hahn so, dass eine Winkeldurchbohrung mit einem Stiefel communicirt, so steht der eine Stiefel mit dem Recipienten in Verbindung, der andere mit der äusseren Luft; dreht man den Hahn um 180°, so haben die Stiefel ihre Rolle vertauscht. Ist nun ein

gewisser Grad von Verdünnung erreicht, so dreht man den Hahn nicht sofort um 180°, sondern nur um 90°, während der eine Kolben seine niedrigste Stellung hat. Hierdurch kommen beide Stiefel in Communication und die im schädlichen Raume befindliche Luft verbreitet sich in den Raum des Stiefels, der vorher gesogen hat, so dass eine bedeutende Verdünnung der schädlichen Luft herbeigeführt wird. Nach einigen Augenblicken dreht man den Hahn noch durch die übrigen 90° und arbeitet so weiter.

Hahn, Senguerd'scher, ist ein doppelt durchbohrter Hahn, der bei den Luftpumpen gewöhnlich unter dem Teller angebracht wird. Die eine Durchbohrung ist gerade, die andere eine Winkeldurchbohrung. Durch die gerade Durchbohrung tritt der Recipient mit dem Stiefel in Verbindung, durch die andere mit der äusseren Luft; auch lässt sich der Hahn so stellen, dass der Stiefel durch die Winkeldurchbohrung mit der äusseren Luft in Verbindung tritt, dass also der Recipient weder mit dem Stiefel, noch mit der äusseren Luft communicirt, sondern ganz abgesperrt ist. Bei einstiefeligen Luftpumpen ist der Hahn am Stiefel ein Senguerd'scher.

Hahnluftpumpe, s. Art. Luftpumpe.

Haiderauch, s. Art. Haarrauch.

Haken, englischer, heisst eine Art der Uhrenhemmung (s. Art. Hemmung). Das Wesentlichste ist ein Kreisbogen, der abwechselnd mit an seinen Enden befindlichen Haken in das Steigrad eingreift und von dem Pendel hin- und herbewegt wird.

Halbflüssig nennt man einen Körper, wenn seine einzelnen Bestandtheile fest, aber nicht unter einander verbunden sind, z. B. trockner Sand, lockere Erde, schlammige Substanzen etc. Von flüssigen Körpern unterscheiden sich die halbflüssigen dadurch, dass sie nicht blos der Adhäsion folgen, sondern auch der Reibung unterliegen. Als Masse genommen sind sie nicht fest, aber ebensowenig findet bei ihnen ein Zerfliessen statt.

Halbkugeln, Guericke'sche oder magdeburger heissen zwei hohle metallene Halbkugeln, die sich mit ihren breiten, auf einander genau abgeschliffenen Rändern an einander legen lassen, so dass sie eine Hohlkugel bilden; die eine Halbkugel hat ein Rohr mit einem Hahne zum Anschrauben an die Saugröhre einer Luftpumpe und ausserdem ist jede Halbkugel mit einer starken metallenen Handhabe versehen. Verdünnt man die Luft in der Hohlkugel, so werden beide Hälften durch die äussere Luft stark an einander gepresst. Otto v. Guericke, Bürgermeister von Magdeburg und Erfinder der Luftpumpe, machte zuerst mit solchen Halbkugeln, die beinahe eine magdeburger Elle ($^{97}/_{100}$) im Durchmesser hielten, auf dem Reichstage zu Regensburg 1654 vor dem Kaiser und versammelten Fürsten Versuche. Die Halb-

kugeln wurden erst auseinander gerissen, als 12 Pferde an einer jeden zogen, und zwar geschah dies mit einem heftigen Knalle.

Halbleiter nennt man diejenigen Körper, welche in der Mitte zwischen den guten und schlechten Leitern der Electricität stehen. Diese Unterscheidung ist eigentlich überflüssig, da derselbe Körper je nach den Umständen zu jeder Art gehören kann. Man rechnete dazu namentlich die Körper, welche auch nach einer mässigen Austrocknung noch einen Feuchtigkeitsgehalt besitzen, wie Elfenbein, Schildpatt, Knochen, Horn, Leder, Papier, Pergament, gewöhnliches Holz, Marmor, Alabaster etc.

Halbschatten heisst der Raum hinter einem schattenwerfenden Körper, welchen das Licht der Lichtquelle nur theilweis erleuchtet. S. Art. Schatten.

Halbsehen ist ein Gesichtsfehler, der darin besteht, dass dem Auge die eine Hälfte des Gegenstandes, auf welchen es gerichtet ist, verschwindet. Der Grund liegt in einer stellenweisen Unempfindlichkeit der Netzhaut.

Haldat'sche Apparat, der, dient zum experimentellen Nachweise der Gesetze communicirender Gefässe (s. d. Art.) und dass der Druck einer Flüssigkeit nur abhängig ist von der Höhe derselben über der betreffenden Stelle, nicht aber von der Gestalt des Gefässes. Gewöhnlich besteht der Apparat aus einem der Länge nach durchbohrten Holzkörper; auf die hierdurch entstandene Röhre stossen von oben zwei andere Bohrlöcher; in dem einen steht eine Glasröhre, an welcher sich ein durch Federn andrückbarer Ring verschieben lässt; in dem anderen ist eine kürzere Glasröhre eingesetzt, die oben einen Aufsatz von Messing mit einem Hahne trägt, auf welchen verschieden gestaltete Gefässe aufgeschraubt werden können. Die durch den Holzkörper gehende Röhre wird an beiden Enden zugepfropft, geht auch wohl an dem einen Ende nicht ganz durch. Füllt man zuerst Quecksilber ein, so dass die Oberfläche in beiden verticalen Glasröhren zu sehen ist, und giesst dann in ein aufgeschraubtes Gefäss Wasser, so fällt die Quecksilberoberfläche auf dieser Seite und steigt in dem andern Rohre um so mehr, je höher das Wasser steht. Der Druck nimmt also mit der Höhe der Flüssigkeit zu. — Merkt man sich den Stand der Quecksilberoberfläche durch den federnden Ring, so steigt das Quecksilber stets bis zu derselben Stelle, welche Gestalt das aufgeschraubte Gefäss auch haben mag, wenn nur das Wasser dasselbe stets bis zu derselben Höhe füllt. Der Druck einer Flüssigkeit ist also nur abhängig von der Höhe. — Misst man die Höhe des Wassers und des Quecksilbers auf beiden Seiten von da an, wo Wasser und Quecksilber sich berühren, so ergiebt sich, dass das Wasser soviel mal höher steht als das Quecksilber, soviel mal es leichter ist als dieses.

Hallymeter heisst ein von Fuchs angegebenes Instrument, um

den Alkoholgehalt im Biere zu bestimmen. Es gründet sich darauf, dass Kochsalz sich in einer Flüssigkeit um so weniger auflöst, je grösser der Alkoholgehalt derselben ist.

Haltbarkeit bezeichnet denjenigen Grad von Festigkeit, bei welchem ein Körper den seine Zerstörung hindernden Widerstand leistet. Vergl. Art. Festigkeit.

Hammer heisst ein Knöchelchen im Ohre. Vergl. Art. Ohr.

Hammer, magnetischer, s. den folgenden Artikel.

Hammer, Neef'scher, dient zu schneller Unterbrechung des galvanischen Stromes. Im Wesentlichen besteht derselbe aus einem kleinen vertical gestellten Electromagneten, dessen Pole oben liegen, und aus einem leichten Anker, der in der Mitte an einer horizontalen Stahlfeder gehalten wird; auf der Feder ist eine kleine Platinplatte festgelöthet und über dieser befindet sich eine Schraube, die mit ihrer Spindel mit der Feder bis zur Berührung eingestellt werden kann. Ist Letzteres der Fall, so geht der Strom durch den Electromagnet nach der Schraube, von da auf die Feder und durch den Ständer, an welchem diese befestigt ist, zurück. Der hierdurch magnetisch gewordene Electromagnet zieht nun den Anker an; aber dadurch kommt die Feder mit der Schraube ausser Berührung und der Strom wird unterbrochen. Folge hiervon ist, dass der Electromagnet unmagnetisch wird und den Anker nicht mehr festhält. Die Feder zieht den Anker zurück, kommt dabei mit der Schraube in Berührung, so dass der Strom wieder geschlossen wird. Der Anker wird wieder angezogen; es erfolgt eine Unterbrechung des Stromes, der ein sofortiges Schliessen desselben folgt u. s. f. — Man benutzt den Neef'schen Hammer namentlich zur Erregung inducirter Ströme, jedenfalls ist er hierzu zweckmässiger als das Blitzrad (s. d. Art.). Wegen des an der Berührungsstelle der Schraube und des Platinbleches auftretenden Funkens vergl. Art. Funke, electrischer. B. Vergl. auch Art. Inductionsmaschinen.

Handgöpel heisst ein von Menschenkräften bewegter Göpel (s. d. Art.) im Gegensatze zu dem von Pferden gezogenen Pferdegöpel.

Handgoniometer oder Contactgoniometer, s. Art. Goniometer.

Handharmonika oder kleinere Physharmonika ist ein musikalisches Instrument, bei welchem die Töne durch in Röhren neben einander liegende Metallzungen erregt werden, von denen jede einzelne in Schwingungen geräth, wenn man durch Niederdrücken einer Claviaturtaste ein Ventil öffnet, durch welches dann aus einem Blasebalge Wind zuströmt. Der Blasebalg wird mit den Händen regiert und das ganze Instrument hat nur einen beschränkten Umfang. Vergl. Art. Harmonium.

Handramme ist die bei den Steinsetzern gebräuchliche Maschine zum Eintreiben von Steinen in die Erde. Sie besteht aus einem hölzer-

nen, nach oben etwas verjüngten Cylinder, der unten von einem eisernen Ringe umgeben und oben mit einem durchgesteckten, als Handhabe dienenden Stabe versehen ist.

Hare's Deflagrator oder Spirale, s. Art. Deflagrator.

Harfe gehört zu den Saiteninstrumenten, bei welchen durch Reissen die Saiten in Schwingungen versetzt werden. Für jeden Ton ist auf einem Resonanzboden nur eine Saite ausgespannt.

Harmattan heisst bei den Negern der heisse Wind, den man sonst Samum oder in Aegypten Chamsin nennt. Harmattan bedeutet Talgwind, von *aberrahman*, wehen und *tah*, Talg, weil die Neger ihre Haut, damit sie nicht springe, mit Talg einschmieren.

Harmonichord von Kaufmann, s. Art. Clavicylinder.

Harmonie entsteht durch Verbindung von Accorden zu einem Ganzen. Die Accorde sind entweder consonirend oder dissonirend. Der vollkommenste consonirende Accord ist der harmonische Dreiklang, der aus Grundton, dessen Terz und reiner Quinte besteht und der harte Dreiklang heisst, wenn die in ihm enthaltene Terz die grosse ist, hingegen der weiche, wenn in ihm die kleine Terz auftritt. Aus den beiden Versetzungen dieser Dreiklänge entstehen die übrigen consonirenden Accorde, nämlich der Sextenaccord, bei welchem die Terz, und der Quartsextenaccord, bei welchem die Quinte des Dreiklanges zum Grundtone angenommen wird. Da nun die consonirenden Dreiklänge nur aus drei Tönen bestehen, so wird bei ihrer Anwendung im vierstimmigen Satze ein Ton derselben verdoppelt. Die Accorde sind die Bestandtheile eines jeden harmonischen Ganzen. Liegen hierbei in den Oberstimmen die Töne, aus welchen der Accord besteht, so eng zusammen, dass keine zum Accorde gehörige Tonstufe dazwischen leer bleibt, so erhält man die enge Harmonie, liegen aber die Töne weit auseinander, so das zwischen den Oberstimmen hin und wieder einige Tonstufen unausgefüllt bleiben, so heisst die Harmonie eine zerstreute.

Harmonika, s. Art. Glasharmonika, Stahlharmonika und Strohfiddel.

Harmonika, chemische. Wenn man in einer Flasche Wasserstoffgas entwickelt, den Hals der Flasche mit einem Korke verschliesst, welcher von einer dünnen Röhre von Glas oder Thon durchbohrt ist, aus welcher das Gas dann ausströmt; das Gas an der äusseren Mündung des Rohres anzündet und über diese Flamme eine Röhre von Glas, Metall, Holz etc. stülpt: so entstehen eigenthümliche, summende, bald niedrige, bald höhere Töne. Eine solche Vorrichtung heisst eine chemische Harmonika. Der Versuch muss vorsichtig angestellt werden, damit nicht etwa durch Knallgas eine Explosion entsteht. — Die Erscheinung scheint zuerst 1777 von Higgins beobachtet zu sein und ist dann Gegenstand zahlreicher Untersuchungen geworden. Der Versuch gelingt nicht blos mit übergestülpten Röhren, sondern auch mit

Kolben, Retorten, Flaschen u. dergl.; auch können die Röhren oben verschlossen sein. Das Material dieser Körper hat keinen Einfluss, auch kann man sie ohne Einfluss auf den Ton halten, wo man will. Der Versuch wurde von Faraday auch mit anderen brennbaren Gasen: Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoffgas, Weingeistdämpfen etc. angestellt. Eine Erhitzung der Röhre bis auf 100° C. hinderte das Phänomen nicht. F. G. Schaffgotsch fand, dass ein in der Nähe der Harmonika angestimmter Ton, wenn er zu dem der chemischen Harmonika in einem einfachen Verhältnisse steht, z. B. unisono oder eine Octave höher ist, auf die Luftsäule der Harmonika einen so starken Einfluss ausübt, dass die Flamme in lebhafte Bewegung geräth und unter Umständen sogar erlischt. — Nach Chladni ist die Luftsäule in den über die Flamme gestülpten Röhren der tönende Körper und der Ton entspricht ganz den Schwingungsgesetzen der Luftsäulen in Pfeifen. Der Ton soll dadurch entstehen, dass durch die Flamme und durch die Strömung des sich entwickelnden Gases, auch durch ein fortdauerndes Einströmen der atmosphärischen Luft von unten, um dem Gase den zum Brennen erforderlichen Sauerstoff zuzuführen, vielleicht auch durch das Entweichen des übrigbleibenden Stickgases, die in dem Gefässe enthaltene Luftsäule der Länge nach in zitternde Bewegung gesetzt wird. Nach Faraday liegt die Veranlassung des Tones in den schnell auf einander folgenden Explosionen des mit Sauerstoffgas verbrennenden Gases, wobei die Wände der Gefässe als Resonanz dienen. Dann müsste der Ton aber nicht durch die Körperweite der Röhre, sondern durch die Aufeinanderfolge der Explosionen bestimmt werden.

Dem Tone der chemischen Harmonika ähnlich ist der Ton erhitzter Röhren, worüber das Nähere im Art. Ton zu finden ist.

Harmonische Töne nennt man die Töne, die in ihren Schwingungsverhältnissen nach der natürlichen Zahlenreihe fortschreiten, also nach den Zahlen 1, 2, 3, 4 etc. S. Art. Ton.

Harmonium oder grössere Physharmonika ist wie die Handharmonika (s. d. Art.), nur dass der Blasebalg durch ein Pedal bewegt wird. Ausserdem sind noch besondere Register angebracht, durch welche man das Zuströmen des Windes mässigen oder verstärken und somit den Ton in verschiedener Stärke erzeugen kann. Es eignet sich dies Instrument namentlich zum Vortrage von Chorälen.

Hart nennt man einen Körper, wenn er bei dem Versuche, in ihm Eindrücke hervorzubringen, einen grossen Widerstand entgegensetzt. Vergl. Art. Härte.

Harzelectrisch nennt man den electrischen Zustand, in welchen eine an Tuch geriebene Harzstange (Schellack, Gutta Percha) versetzt wird. Man nennt diesen Zustand auch den negativ electrischen im Gegensatze zu dem positiv electrischen oder glaselectrischen, welchen

eine an Tuch geriebene Glasstange zeigt. Näheres im Art. Electricität. S. 257.

Harzkuchen heisst der eine Bestandtheil des Electrophor und zwar der aus einer Harzmasse bestehende schlechte Leiter, welcher die beiden guten Leiter, den Deckel und Teller, von einander trennt. Vergl. Art. Electrophor.

Haspel, der, heisst das Rad an der Welle, wenn die Welle liegend ist. An dem Umfange der horizontalen Welle wirkt die Last und an einem Systeme von Handhaben oder Spillen die Kraft. Ist die Kraft an einem knieförmig gebogenen Ansatze des Wellzapfens angebracht, so heisst der Haspel Kurbel- oder Hornhaspel; ist sie an durch die Welle gesteckten Spaken, d. h. an Stäben, die als Hebel dienen, wirksam, so Kreuzhaspel; trägt die Welle aber ein Rad mit Handhaben oder Spillen in der Richtung des Radius oder senkrecht zur Radfläche, so Spillenhaspel. Vergl. Art. Rad an der Welle.

Hauchbilder. } **Hauchfiguren.** } Wenn man auf einem polirten Körper (Glas, Metall etc.) mit einem Körper, der keine sichtbaren Eindrücke oder andere Spuren zurücklässt, schreibt, so kommen die geschriebenen Züge zum Vorscheine, sobald man den Körper behaucht. Diese von Moser entdeckten Bilder nennt man Hauchbilder. Denselben Erfolg hat man auch, wenn man auf eine polirte Metallplatte einen mit irgend welchen Charakteren in erhöhter oder vertiefter Form versehenen Körper (z. B. eine Münze oder ein Petschaft) legt und die Platte behaucht oder Quecksilberdämpfen aussetzt. Eine jodirte Silberplatte ist hierzu besonders geeignet.

Moser erklärte die Erscheinung durch die Annahme, dass alle Körper, auch wenn sie nicht leuchten, Licht ausstrahlen; Waidle dagegen hat dieselbe als eine Folge der Absorption nachgewiesen (s. Art. Absorption). Jeder Körper ist nämlich von einer Gasatmosphäre umgeben; entfernt man diese Atmosphäre durch Ausglühen oder durch Putzen der Platte mit ausgeglühtem Trippel und setzt dann einen der angegebenen Körper auf, so tritt an den Berührungsstellen ein Austausch der den letzteren Körper einhüllenden Atmosphäre ein und die Dämpfe schlagen sich an den verschieden afficirten Stellen verschieden nieder, so dass dadurch die Charaktere des aufgesetzten Körpers zur Wahrnehmung gelangen. — Die Wirkung zeigt sich übrigens schon, wenn der Körper die Platte nicht berührt, sondern ihr nur sehr nahe kommt; auch gelingt der Versuch umgekehrt, wenn nicht die Platte, sondern der auf sie einwirkende Körper frisch gereinigt ist, nur ist der Niederschlag an den entgegengesetzten Stellen. Alle diese und noch andere Abänderungen des Versuchs erklären sich bequem nach Waidle's Ansicht.

Aehnliche Erscheinungen hat G. Karsten zuerst 1842 mit Hilfe der Electricität hervorgebracht. Die so erhaltenen Bilder nennt man electrische Hauchbilder und ebendahin gehören die von Riess

(1838) sogenannten Hauchfiguren. Karsten legte eine Münze auf eine Spiegelplatte, die auf einer zur Erde abgeleiteten Metallscheibe ruhte, liess von dem Conductor der Electrisirmaschine eine Anzahl Funken auf die Münze und von dieser zur Metallplatte überschlagen und behauchte dann, nachdem die Münze abgehoben war, die Glasfläche, auf der nun ein vollständiges Bild der Münze hervortrat. Legt man auf eine Pechfläche eine Glimmerplatte und auf diese die Münze, während die Pechfläche auf der Metallscheibe ruht, und verfährt wie vorher, so erhält man auf jeder Seite der Glimmerplatte und auf der Oberseite der Pechfläche eine Figur. Riess brachte Glas oder Glimmerplatten zwischen Spitzen in den Schliessungsbogen einer Batterie und fand, nachdem der Entladungsfunke über ihre Fläche gegangen war, beim Behauchen eigenthümlich verästelte Figuren, die auf den vom Hauch getrübten Flächen spiegelhell standen und zwar auf beiden Flächen jeder Platte sich in gleicher Form zeigten. Die Untersuchung ergab, dass die Glasplatten an den Stellen, wo die Figuren entstanden waren, sich leitend verhielten. Auch auf vollkommen leitenden Platten können solche Figuren hervorgerufen werden. Die Figuren können selbst lange Zeit nach ihrer ersten Bildung, selbst noch nach Jahren, durch Behauchen hervorgerufen werden.

Die Entstehung der electrischen Hauchbilder und Hauchfiguren ist im Allgemeinen einer Veränderung zuzuschreiben, welche die Entladung in der die Platte deckenden fremden Schicht hervorbringt, die je nach den Umständen in einer Verdichtung oder Verdünnung dieser Schicht besteht.

Haufenwolke ist eine halbkugelige Wolke auf horizontaler Grundfläche, wie man sie oft zu mehreren vereinigt am Horizonte einem Gebirge ähnlich erblickt. Auch die Locomotiven stossen bei ruhigem Wetter Haufenwolken aus. Die Haufenwolke nennt man überhaupt Cumulus, die federige Haufenwolke Cirrocumulus und die gethürmte Haufenwolke Cumulostratus. Vergl. diese Art. und Art. Wolke.

Hauptaxe nennt man bei den Krystallformen (s. Art. Krystallographie. A.) die Axe, welche man bei der Beschreibung und Vergleichung vertical stellt, während die anderen als Nebenaxen oder Queraxen bezeichnet werden. Bei den Formen, welche eine Axe haben, der keine der anderen gleichartig ist, nimmt man diese dadurch schon ausgezeichnete Axe zur Hauptaxe. Sind alle Axen gleich oder alle ungleich, so ist es willkürlich, welche von ihnen zur Hauptaxe gewählt wird. Bei dem Rhomboeder, welches bei der doppelten Strahlenbrechung besonders zur Geltung kommt, verbindet die Hauptaxe die beiden nur von stumpfen Winkeln eingeschlossenen Ecken. Vergl. Art. Brechung. A. II.

Bei sphärischen Spiegeln nennt man Hauptaxe die gerade

Linie, welche durch den geometrischen und optischen Mittelpunkt geht, während jede andere durch den geometrischen Mittelpunkt gehende Gerade Nebenaxe heisst.

Hauptbrennpunkt heisst derjenige Brennpunkt, welcher auf der Hauptaxe eines sphärischen Spiegels liegt. Spricht man von dem Brennpunkte schlechthin, so meint man stets den Hauptbrennpunkt.

Hauptdurchgang, s. Art. Krystallographie. D.

Hauptregenbogen heisst, wenn sich wenigstens zwei concentrische Regenbogen zeigen, derjenige, dessen Farben die intensivsten sind. Vergl. Art. Regenbogen.

Hauptschnitt heisst bei einem Krystalle eine durch die Hauptaxe gelegte, auf einer Seitenfläche senkrecht stehende Ebene. Vergl. Art. Brechung. A. II. Bei dem Prisma nennt man diejenige Ebene den Hauptschnitt, in welcher der Neigungswinkel der brechenden Kante liegt.

Hauptstrahl heisst bei sphärischen Spiegeln der Strahl, welcher in der Hauptaxe liegt; bei Linsengläsern derjenige, welcher mit der Axe zusammenfällt oder durch den optischen Mittelpunkt geht (s. Art. Linsenglas. A.).

Hauptwinde nennt man die vier Winde, welche aus den Cardinalpunkten (s. d. Art.) des Horizontes wehen; also Nord-, Ost-, Süd- und Westwind.

Hebel nennt man jeden festen Körper, der in einem Punkte so unterstützt ist, dass er sich um denselben in einer Ebene drehen kann, und an welchem Kräfte wirken, die ihn nach entgegengesetzten Richtungen zu drehen suchen. Denkt man sich statt des Körpers eine schwerlose unbiegsame Linie, so würde man einen mathematischen Hebel erhalten. Im Gegensatze hierzu heisst ein Hebel, der aus einem Körper besteht, ein physischer. Unter Hebel schlechthin versteht man stets einen physischen Hebel. Den Unterstützungspunkt des Hebels nennt man den Drehpunkt oder das Hypomochlium; die von dem Drehpunkte aus nach den Angriffspunkten der Kräfte hin gerichteten Theile des Hebels Hebelarme; die von dem Drehpunkte auf die Richtungslinien der Kräfte gefällten Perpendikel die Entfernungen der Kräfte von dem Drehpunkte. — Verbindet man die Angriffspunkte der Kräfte mit dem Drehpunkte durch gerade Linien und fallen diese in eine Gerade, so heisst der Hebel ein geradliniger Hebel; bilden sie aber an dem Drehpunkte einen Winkel, so ein Winkelhebel. Befinden sich die Angriffspunkte der Kräfte zu beiden Seiten des Drehpunktes, so nennt man den Hebel einen zweiarmigen oder besser zweiseitigen; befinden sie sich auf derselben Seite, so einen einarmigen oder besser einseitigen. Die Kraft, welche bewältigt werden soll, nennt man die Last, die andere vorzugsweise die Kraft. Zweiarmige Hebel werden bisweilen auch Hebel der ersten Art und einarmige Hebel der zweiten Art genannt.

Die Gesetze für den mathematischen Hebel ergeben sich aus dem Art. Bewegungslehre. V. Hiernach ist Gleichgewicht, wenn sich die Kraft und Last umgekehrt zu einander verhalten, wie ihre Entfernungen von dem Drehpunkte, oder — was dasselbe ist — wenn ihre statischen Momente in Bezug auf den Drehpunkt gleich sind. — Kommt ein Hebel, an welchem zwei Kräfte wirken, in Bewegung, so stehen die Wege der beiden Kräfte in einem Verhältnisse, welches gerade das umgekehrte von dem ist, in welchem die Kräfte selbst stehen würden, wenn sie sich das Gleichgewicht hielten. Es sind daher die Producte aus den Kräften, die sich das Gleichgewicht halten würden, und den zugehörigen Wegen, wenn Bewegung eintritt, einander gleich. — Wirken an einem Hebel mehr als zwei in der Drehungsebene liegende Kräfte, so ist Gleichgewicht, wenn die Summe der statischen Momente in Bezug auf den Drehpunkt bei den nach der einen Richtung drehenden Kräften gleich derjenigen der nach der entgegengesetzten drehenden ist. — Bei einem physischen Hebel behandelt man das in dem Schwerpunkte vereinigt gedachte Gewicht desselben als eine dritte, in der Falllinie abwärts wirkende Kraft. — Folgende Regel hat ihrer Wichtigkeit wegen den Namen der güldenen Regel der Mechanik erhalten. In demselben Verhältnisse, in welchem man bei einem Hebel, sobald Gleichgewicht stattfindet, an Kraft gewinnt, verliert man bei eintretender Bewegung an Geschwindigkeit und umgekehrt. Man kann also nie zugleich an Kraft und an Geschwindigkeit gewinnen. — Nach ihrer Anwendung kann man die Hebel eintheilen 1) in Kraftgewinnhebel oder Langsamkeitshebel, gewöhnlich Druckhebel genannt, bei denen eine Last durch eine kleinere Kraft bewegt wird, 2) in Geschwindigkeitshebel oder Kraftverlusthebel, gewöhnlich Wurfhebel genannt, bei denen einer Last eine grössere Geschwindigkeit ertheilt wird, als die bewegende Kraft hat. Ausserdem ist jeder Hebel zuleich eine Richtungsmaschine; dient er aber, ohne dass an Kraft oder an Geschwindigkeit gewonnen würde, nur zur Richtungsänderung, so nennt man ihn vorzugsweise 3) Richtungshebel. — Der Druck, welchen die Unterstützung des Drehpunktes bei einem im Gleichgewichte stehenden mathematischen Hebel, an welchem zwei Kräfte K und L, die mit einer durch den Drehpunkt gelegten geraden Linie in ihren Richtungen die Winkel $\varkappa$ und λ bilden, ausübt, ist 1) in der Richtung der Resultirenden $P = \sqrt{K^2 + L^2 - 2\,KL\,cos\,(\varkappa + \lambda)}$ und 2) senkrecht auf die durch den Drehpunkt gelegte Gerade $P = K . sin\,\varkappa + L . sin\,\lambda$.

Die Gesetze vom Hebel hat Archimedes zuerst vollkommen erkannt, und um auszudrücken, was man mit einem Hebel leisten könne, soll er gesagt haben: „Gebt mir einen Punkt ausserhalb der Erde, auf welchem ich stehen kann, so will ich die Erde aus ihren Angeln heben.“

Dieser archimedische Punkt ist wegen seiner Unmöglichkeit sprichwörtlich geworden.

Von den unzähligen Hebeln führen wir nur einige an. Hebebäume, Pumpenschwengel, Schlagbaum an Barrieren, Zuckerschneide u. dergl. Die gewöhnliche Scheere ist eine Verbindung von zwei zweiarmigen Hebeln, ebenso die gewöhnliche Zange zum Festhalten etc. Die kleine Damenscheere ist als Langsamkeitshebel anzusehen. Die Unterkinnlade des Menschen wirkt als einarmiger Hebel, wie die eisernen Nussknacker. Am Schlüssel wirken die Finger gleichzeitig einarmig und zweiarmig. Ruder sind einarmige Hebel mit dem Drehpunkte im Wasser. Eine Sense ist ein Wurfhebel, desgleichen der Hammer beim Klopfen. Die Winkelhaken bei Klingelzügen sind Richtungshebel.

Hebelade, s. Art. Heblade.

Hebelpresse nennt man einen einarmigen Hebel, mit welchem beabsichtigt wird, einen starken Druck hervorzubringen. In dieser Weise findet z. B. der Hebel stellenweis Anwendung bei der Weinkelter. S. Presse.

Hebelwerk nennt man eine aus zwei oder mehreren Hebeln zusammengesetzte Maschine, z. B. die bekannte Vorrichtung zum Heben der Wagenaxen, wenn die Wagenräder geschmiert werden sollen.

Hebemaschine, s. Art. Heblade.

Hebepumpe nennt man auch die Saugpumpe. Vergl. Art. Pumpe.

Heber, anatomischer, ist ein von Wolf erfundener Apparat, um die Gesetze des hydrostatischen Druckes der Flüssigkeiten zu bestätigen, was s'Gravesande durch seinen *follis hydrostaticus* (s. d. Art. Follis) erreichen wollte. Ueber ein flaches, cylindrisches, blechernes, oben offenes Gefäss mit nach aussen umgebogenem Rande wird eine thierische Blase festgespannt; an der Seite des Gefässes erhebt sich eine mehrere Fuss hohe Röhre und durch diese wird der Apparat mit Wasser gefüllt, so dass dasselbe in der Röhre möglichst hoch steht. Durch den bedeutenden Druck wird die Blase so gespannt, dass man die Structur derselben sehr leicht wahrnehmen kann. Deshalb nannte Wolf den Apparat, wiewohl derselbe eigentlich kein Heber ist, den anatomischen Heber. Der Druck, welchen die Blase erleidet, ist gleich dem Gewichte der Wassersäule, welche den Querschnitt des cylindrischen Gefässes zur Basis und den Höhenunterschied des Wassers im Gefässe und in der Röhre zur Höhe hat. Legt man ein Brett auf die Blase und beschwert dies mit Gewichten, so müssen diese dem Gewichte dieser Wassersäule entsprechen, wenn die Blase herunter gedrückt werden soll.

Heber, gekrümmter, heisst eine unter einem beliebigen Winkel an einer Stelle umgebogene gläserne oder metallene, an beiden Enden offene Röhre. Jeder Theil der Röhre, von der Biegung an gerechnet, heisst ein Schenkel des Hebers. Der Heber dient dazu, Flüssigkeiten

nach einer niedriger gelegenen Stelle abfliessen zu lassen. Die bei dem Heber geltenden Gesetze sind folgende: Wenn ein in einer Flüssigkeit stehender Heber gefüllt ist und die Krümmung liegt über der Flüssigkeit nicht höher, als diese im leeren Raume durch den Druck der Luft emporsteigt, so läuft 1) der Heber nicht, sondern die Flüssigkeit bleibt in dem gefüllten Heber ruhig stehen, wenn die äussere Mündung mit der Flüssigkeitsoberfläche in derselben Horizontalen liegt; 2) die Flüssigkeit läuft aus dem gefüllten Heber zurück, wenn die äussere Mündung höher liegt; 3) die Flüssigkeit läuft aus der äusseren Mündung heraus, wenn die äussere Mündung tiefer liegt, und zwar um so stärker, je tiefer sich die Mündung unter der Oberfläche der Flüssigkeit befindet. — Diese Gesetze finden ihre Erklärung darin, dass der Druck der Luft auf die Flüssigkeitsfläche und an der äusseren Mündung gleich gesetzt werden kann, aber der Druck der Flüssigkeit in den Schenkeln von der Höhe bis zur Biegung abhängig ist. Ist der Druck der Luft auf der Oberfläche L_i, an der äusseren Mündung L_a, der Druck der Flüssigkeit im inneren Schenkel F_i und im äusseren F_a; so ist Gleichgewicht, wenn $L_i + F_a = L_a + F_i$ ist; die Flüssigkeit läuft zurück, wenn $L_i + F_a$ kleiner ist als $L_a + F_i$ und sie läuft heraus, wenn $L_i + F_a$ grösser als $L_a + F_i$ ist. Da es auf die Länge der Schenkel nicht ankommt, sondern nur auf die Höhe der Flüssigkeit in ihnen, so bleibt es sich gleich, ob der innere Schenkel der kürzere oder der längere ist, oder ob beide gleiche Länge haben. Aus Bequemlichkeit setzt man gewöhnlich den kürzeren Schenkel in die Flüssigkeit. Es versteht sich daher von selbst, dass man mittelst eines Hebers niemals Flüssigkeit nach einem höheren Orte bringen kann, so lange die Flüssigkeiten in beiden Schenkeln von gleicher Dichtigkeit sind. Reicht bei einem Heber die innere Mündung bis zu dem Boden des Gefässes und die äussere noch unter denselben, so versteht es sich, dass das Gefäss völlig durch den Heber entleert werden kann; geht die innere Mündung jedoch nicht soweit herab, so erfolgt die Entleerung nur so weit, als diese Mündung reicht. Dass die Höhe der Krümmung über der Flüssigkeit das angegebene Mass nicht überschreiten darf, übersieht man am leichtesten, wenn man den Hergang verfolgt, der beim Füllen des Hebers durch Saugen stattfindet. Saugt man nämlich an der äusseren Mündung, so wird die Flüssigkeit im inneren Schenkel durch den Luftdruck emporgetrieben und dies muss bis über die Krümmung geschehen, wenn die Flüssigkeit in den äusseren Schenkel treten soll. Im luftleeren oder luftverdünnten Raume wird der Heber aufhören zu fliessen, sobald die Luft die Flüssigkeit nicht mehr bis zur Krümmung empor drückt. — Da die Ausflussgeschwindigkeit mit sinkendem Niveau abnimmt, so kann man eine gleichbleibende Ausflussgeschwindigkeit dadurch erreichen, dass man den inneren Schenkel an einem Schwimmer befestigt, so dass der Heber sich mit dem Niveau senkt, aber die Krümmung dieselbe Höhe über demselben erhält.

Doppelter Heber. Um das Saugen am Heber bequem ausführen zu können, oder um zu verhindern, dass dabei von der Flüssigkeit etwas in den Mund gelangt, bedient man sich des sogenannten doppelten Hebers. Bei demselben ist neben dem unteren Ende des äusseren Schenkels eine besondere neben dem Schenkel nach oben verlaufende und über denselben wegragende Röhre angebracht, an welcher, während die äussere Mündung verschlossen ist, gesogen wird. Bringt man an dieser Röhre unterhalb der Saugmündung eine Glaskugel an, so vermeidet man das Eindringen der Flüssigkeit in den Mund, sobald man das Saugen unterbricht, wenn die Kugel sich zu füllen beginnt. Man nennt diesen Heber auch Giftheber. Man kann diesen Heber auch in der Weise füllen, dass man durch die Saugmündung mittelst eines Trichters Flüssigkeit eingiesst. — Grössere Heber kann man durch einen an der Krümmung eingesetzten Trichter füllen, wenn man die beiden Schenkel verschliesst. Es versteht sich, dass nach der Füllung die Oeffnung an der Krümmung luftdicht verschlossen werden muss — was durch einen Pfropfen mit übergebundener nasser Blase geschehen kann —, ehe man die Schenkel öffnet.

Der Ventilheber dient ebenfalls zum Füllen des Hebers ohne zu saugen und ist namentlich da anwendbar, wo es nicht darauf ankommt, dass die Flüssigkeit im Gefässe in Bewegung versetzt wird. Das Wesentlichste ist ein Ventil an der Mündung des inneren Schenkels, welches sich nach innen öffnet. Durch stossweise Bewegung des Hebers in der Flüssigkeit wird das Füllen bewirkt.

Der Einblaseheber ist ein gewöhnlicher Heber, bei welchem der innere Schenkel an der Stelle der Mündung wieder aufwärts gebogen ist. An dieser Umbiegung ist eine kleine Oeffnung, durch welche beim Eintauchen sich der innere Schenkel und die an ihm angebrachte Röhre bis zum Niveau füllen. Bläst man hierauf an der Röhre, so wird die Flüssigkeit durch die kleine Oeffnung nicht schnell genug entweichen, sondern im innern Schenkel emporgetrieben.

Der württemberg'sche oder Reisel'sche Heber besteht aus zwei gleich langen und hohen, unten wieder seitwärts und zu gleicher Höhe aufwärts gebogenen Schenkeln.

Ist der Heber einmal gefüllt, so bleiben beide Säulen im Gleichgewichte, da bei beiden Mündungen gleicher Druck ist; taucht man nun den einen Schenkel in ein Gefäss mit derselben Flüssigkeit, so beginnt die Flüssigkeit aus dem anderen abzufliessen, weil nun der eingetauchte Schenkel gewissermassen eine Abkürzung erlitten hat. Dergleichen Heber braucht man namentlich bei Säuren, z. B. in Schwefelsäurefabriken, und deshalb werden sie von Blei angefertigt, damit sie von der Säure nicht so leicht zerfressen werden.

Springheber heisst ein Heber, dessen äussere Mündung möglichst tief unter dem Flüssigkeitsniveau liegt und aufwärts gebogen in

eine feine Oeffnung endet, so dass die Flüssigkeit springbrunnenartig emporspringt.

Sonnenheber heisst ein Springheber, dessen Mündung mit einem verticalen oder horizontalen Ringe, welcher mehrere feine Löcher hat, versehen ist.

Der unterbrochene oder intermittirende Heber besteht aus einem hohen, oben verschlossenen, weiten Glascylinder, der luftdicht auf einem Fusse steht, durch welchen zwei Röhren gehen. Die eine Röhre mündet in der Mitte des Cylinderfusses in eine feine Spitze und hat im Cylinder nur eine geringe Höhe; die andere beginnt an dem Cylinderfusse und geht abwärts. Schraubt man die mittlere Röhre ab und füllt den Cylinder mit etwas Wasser, etwa ein Bierglas voll, und setzt dann die wieder eingeschraubte Röhre mit ihrem Ende in ein Gefäss mit Wasser, so läuft aus der anderen Röhre unterbrochen Wasser ab, wenn dieselbe bis unter das Niveau des Gefässes reicht. Zunächst fliesst etwas von dem eingefüllten Wasser ab. Dadurch wird die Luft in dem Cylinder verdünnt und es steigt Flüssigkeit aus dem Gefässe nach, so dass diese sogar emporspringt. Dies dauert so lange, als der Verlust des durch das äussere Rohr abfliessenden Wassers durch das in den Cylinder springende Wasser ersetzt wird.

Schon Heron von Alexandrien kannte den Heber und gründete darauf seinen Diabetes (s. d. Art. und Zauberbecher).

Heber, gerader, s. Art. Stechheber.

Heberbarometer ist ein Barometer mit unten heberförmig umgebogener Röhre, so dass der offene Schenkel dem verschlossenen parallel läuft. Näheres im Art. Barometer.

Hebermanometer ist ein dem Heberbarometer ähnlicher Dampfspannungsmesser an Dampfmaschinen. Die Mündung des einen Schenkels steht mit dem Dampfe in Communication, so dass dieser auf das Quecksilber drücken kann; der andere Schenkel, in welchen das Quecksilber empor getrieben wird, ist offen. S. Art. Manometer.

Hebezeug } oder Hebelade, oder Hebemaschine, ist eine
Heblade } Vorrichtung zur Hebung grosser Lasten, z. B. um einen Baumstamm auf einen Wagen zu legen. Die Einrichtung, welche auf die Verwendung eines Hebels hinausläuft, ist je nach den besonderen Zwecken verschieden. Sehr verbreitet ist die Hebelade aus zwei starken hölzernen Backen auf einem gemeinsamen Fussgestelle, die soweit von einander abstehen, dass ein Hebebaum zwischen ihnen auf und nieder bewegt werden kann. Die Backen haben zwei Reihen einander correspondirender Löcher, so dass die Löcher beider Reihen in ungleicher Höhe und zwar immer in der Mitte zweier Löcher der anderen Reihe liegen. Soll eine Last gehoben werden, so wird durch das unterste Lochpaar ein Bolzen gesteckt, welcher den Drehpunkt des Hebebaumes abgiebt, und die am kurzen Ende des Hebebaumes befestigte Last wird

nun gehoben, bis der Hebebaum über dem nächsten Lochpaare der anderen Reihe steht. Hierauf wird ein zweiter Bolzen in dieses Lochpaar eingesteckt, welcher nun den Drehpunkt abgiebt; der erste Bolzen wird herausgezogen; die Last am Hebebaume wieder niedergelassen, bis dieser über dem nächsten Lochpaare der ersten Reihe steht; der Bolzen hier eingesteckt; die Last wieder gehoben, bis der Hebebaum über dem nächsten Lochpaare der anderen Reihe steht; der Bolzen hier eingesetzt; die Last wieder niedergelassen u. s. f., so dass ein abwechselndes Heben und Senken der Last eintritt, wobei die Last aber allmälig bis an das oberste Ende der Backen gehoben werden kann. — Hierbei sind wenigstens zwei Arbeiter nöthig, von denen der eine den Hebebaum regiert, der andere den Bolzen besorgt. Den letzteren Arbeiter kann man entbehrlich machen, wenn man die Backen nicht mit Löchern, sondern mit seitlichen Einschnitten versieht und am Hebebaume Widerhaken anbringt, welche in die Einschnitte eingreifen.

Heerrauch, s. Art. Haarrauch.

Heiligenschein oder Glorie, vergl. Art. Gegensonne und Beatification.

Heisswasserheizung, s. Art. Wasserheizung.

Heiter und **Heiterkeit** bezeichnen in der Meteorologie die Freiheit des Himmels von Wolken. Excessive Kälte im Winter und excessive Hitze im Sommer setzen völlige Heiterkeit voraus. Im Winter überwiegt die Zeit der Ausstrahlung der Erdwärme die der Sonneneinstrahlung und die Ausstrahlung wird durch den heiteren Himmel begünstigt; im Sommer ist die Zeit der Sonneneinstrahlung länger als die der Erdausstrahlung und die Einstrahlung wird durch den heiteren Himmel begünstigt.

Heizkammer nennt man bei der Luftheizung den Raum, welcher den Ofen umgiebt und durch welchen der zu erwärmende Luftstrom gehen soll. S. Art. Luftheizung.

Heizröhren nennt man die den Locomotivkessel durchziehenden Röhren. S. Art. Locomotive.

Heizung hat zum Zwecke, einen hohen Temperaturgrad hervorzubringen, um dadurch entweder unmittelbar auf einen Körper einzuwirken, z. B. bei einem Schmelzofen und bei dem Dampfkessel, oder mittelbar die local erzeugte hohe Temperatur zur Erwärmung anderer Körper oder anderer Räume bis auf einen erwünschten Grad zu benutzen, z. B. bei dem Erwärmen der Wohnungen, der Treibhäuser u. dergl. Die Hauptsache, um dies zu erreichen, besteht darin, Wärme frei zu machen, und zwar benutzt man hier vorzugsweise den Verbrennungsprocess. In sofern schlägt die Heizung in das Gebiet der Chemie, und es muss deshalb auch auf chemische Werke verwiesen werden. Physikalische Principien kommen bei den Heizungsanlagen in Betracht; diese können

aber so verschiedenartig sein wie es die Heizungszwecke selbst sind, und da dies wieder mehr in die Technologie schlägt, so müssen wir uns hier nur auf die allgemeinen Principien beschränken.

So verschieden die Heizungsanlagen sind, stets wird man drei Theile: Feuerherd, Feuerraum und Schornstein zu unterscheiden haben, wenngleich in manchen Fällen, z. B. bei dem gewöhnlichen Küchenherde, oder bei Schmelzöfen, Herd und Feuerraum zusammenfallen, auch in anderen Fällen, z. B. bei Schachtöfen und Gebläseherden, der Schornstein durch mechanische Zuführung frischer Luft ersetzt wird.

Der Herd oder Feuerherd ist der Ort, in welchem durch das Verbrennen irgend eines Brennmaterials zu irgend einem Zwecke ein beliebiger Hitzegrad hervorgebracht wird. — Der Feuerraum ist der Raum, in welchem die erzeugte Wärme vorzugsweise oder zunächst ihre Wirkung äussern und ihre Benutzung finden soll. — Der Schornstein oder die Esse ist ein Kanal, durch welchen die Luft abgeführt werden soll, welche bereits zur Verbrennung gedient hat, und ausserdem soll durch denselben das Zuströmen neuer Luft zum Feuer, also der Zug, befördert werden.

Da zum Verbrennen des Brennmaterials ein bestimmtes Quantum Luft erforderlich ist, auch Verlust an der entwickelten Wärme möglichst vermieden werden muss, so besteht der Herd und Feuerraum gewöhnlich aus einem abgesperrten Raume mit einer einzigen Oeffnung zum Eintritte der Luft und zum Einbringen des Brennmaterials. In diesem Falle strömt jedoch die nur von einer Seite kommende Luft nicht durch das Feuer und die Verbrennung ist daher nicht vollkommen. Um diesem Uebelstande abzuhelfen, bringt man entweder einen künstlichen Luftstrom mit grosser Geschwindigkeit durch ein Gebläse (s. d. Art.) zur Anwendung oder man legt einen Rost und Aschenfall an, um so ein Eindringen der Luft zum Feuer von unten her, also in das Innere desselben zu erreichen. Dies ist jedenfalls da nothwendig, wo man ein schwerbrennendes Brennmaterial, z. B. Steinkohlen, verwerthen will. Der Feuerraum muss der Menge des aufzugebenden Brennmaterials angemessen sein. Ist der Raum zu gross, so entweicht ein Theil der Luft unbenutzt und überdies wird das Brennmaterial schnell verzehrt; ist er hingegen zu klein, so geht die Luft schwierig durch das Brennmaterial, es entsteht viel Rauch, es entweicht viel brennbares Gas und es bildet sich nur Kohlenoxyd, da die Wärme zur vollständigen Zersetzung des Brennmaterials nicht ausreichend ist. Ebenso darf der Raum nicht zu niedrig sein, weil sonst die Flamme gedämpft wird, viel Rauch und eine schlechte Verbrennung die Folge ist. Für verschiedene Brennmaterialien hat man die entsprechenden Verhältnisse ausgemittelt, doch können wir hier nicht näher darauf eingehen.

In dem Schornsteine steigt die erwärmte und dadurch leichter gewordene Luft empor, eine Folge hiervon ist ein Nachströmen der Luft

durch die Thür des Herdes und respective durch den Rost. Durch den Schornstein wird also der zum Brennmaterial gehende Luftstrom bedingt und daher ergeben sich nach der erforderlichen Geschwindigkeit dieses Luftstromes bestimmte Verhältnisse. Bezeichnet $g = 31,25$ die Acceleration beim freien Falle, t den Temperaturunterschied der innern und äusseren Luft, h die Höhe des Schornsteines, so ist für den Durchmesser $d = 1$ ohne Rücksicht auf Reibung die Geschwindigkeit des Stromes $c = \sqrt{2g \cdot \frac{0,00365 \cdot t \cdot h}{1 + 0,00365\, t}}$, also annäherungsweise $= \sqrt{2g \cdot 0,00365 \cdot t \cdot h}$. Es ist 0,00365 der Ausdehnungscoefficient der Luft für 1° C. Wegen der Reibung ergiebt sich, wenn f der Reibungscoefficient (s. Art. Reibung) ist, ein Druckhöhenverlust $h_{\prime} = f \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{c^2}{2g}$, wo l die Länge des Schornsteins und der in denselben führenden Kanäle bedeutet. Für f setzt man bei mit Russ überzogenen Schornsteinen gewöhnlich 0,049 oder 0,05. Ausser der Reibung machen sich indessen in der Regel noch manche andere Nebenhindernisse geltend, die man nur durch die Erfahrung ermitteln kann. In der Regel rechnet man nach der Formel $c = 0,47 \sqrt{\frac{t \cdot h \cdot d}{13\, d + 0,05 \cdot l}}$. Kennt man c, so ist der Querschnitt des Schornsteins, durch welchen in einer Secunde ein bestimmtes Luft- oder Rauchquantum Q gehen soll, leicht zu bestimmen. Für einen Schornstein mit kreisförmigem Querschnittte vom Durchmesser d ist $Q = \frac{\pi d^2}{4} c$, also $d = 1,49 \sqrt[5]{\frac{13 \cdot d + 0,05 \cdot l}{t \cdot h} \cdot Q^2}$ Fuss, und für einen Schornstein mit quadratischem Querschnitte von der Seite d, wo also $Q = d^2 c$ ist, erhält man:

$$d = 1,353 \sqrt[5]{\frac{13 \cdot d + 0,05 \cdot l}{t \cdot h} \cdot Q^2}.$$

Redtenbacher giebt für die Dimensionen der Schornsteine folgende in der Praxis genügende Formeln:

𝔖 bezeichne die Steinkohlenmenge in Kilogr., welche in je 1 Stunde auf dem Feuerherde verbrannt wird; 𝔉 in gleicher Weise die Holzmenge; L die Luftmenge in Kilogr., welche stündlich in dem Schornsteine aufsteigt; N die Pferdekraft der Maschine oder des Kessels bei Dampfmaschinen-Kesselheizungen; H die Höhe des Schornsteins; Ω den unteren Querschnitt des Schornsteins, d die untere und d' die obere Weite und e die untere und e' die obere Mauerdicke des Schornsteins, so ist:

$$N = \frac{\mathfrak{S}}{6} = \frac{\mathfrak{H}}{12} = \frac{L}{132}.$$

Ist die Höhe des Schornsteins durch Local- oder andere Verhältnisse bestimmt, so ist:

$$\Omega = \frac{N}{14\sqrt{H}}.$$

Ausserdem ist $d, = d - 0{,}013\,H$; $e, = 0^m{,}18$ und $e = 0{,}18 + 0{,}015\,H$. Für freistehende Schornsteine ist es zweckmässig die Höhe 25 Mal so gross zu machen, als den unteren Durchmesser; die anderen Dimensionen bleiben die angegebenen.

Die älteste Nachricht von Schornsteinen stammt aus dem Jahre 1347. Eine zu Venedig gefundene Inschrift theilt nämlich mit, dass in diesem Jahre durch ein Erdbeben eine grosse Anzahl von Schornsteinen umgestürzt worden sei.

Auf den Luftstrom im Schornsteine hat der Zustand der Atmosphäre einen wesentlichen Einfluss. Vor Allem macht sich der Einfluss des Windes geltend. Die Winde sind fast immer mehr oder weniger gegen den Horizont geneigt; betrachten wir aber zunächst den Einfluss eines horizontalen, dann eines vertical abwärts und drittens eines vertical aufwärts gerichteten Windes, so werden wir auch die Wirkung eines geneigten beurtheilen können, da sich dieser als aus einem verticalen und horizontalen Winde resultirend ansehen lässt. Da der Luftstrom aus dem Schornsteine bei ruhiger Atmosphäre vertical aufsteigt, so wird ein horizontaler Wind den Querschnitt der Rauchströmung im Verhältnisse zum Querschnitte des Schornsteins vermindern, aber dem Parallelogramm der Geschwindigkeiten gemäss (s. Art. Bewegungslehre. IV. 3. a) die Geschwindigkeit des Rauches ausserhalb des Schornsteins vermehren und die vermehrte Geschwindigkeit die Verminderung des Querschnittes ausgleichen. — Ist die Richtung des Windes vertical abwärts und seine Geschwindigkeit der des aufsteigenden Rauches gleich, so wird das Emporsteigen des Windes im Innern des Schornsteines gehemmt und die sich fortwährend aus dem Brennmateriale entwickelnde verbrannte Luft muss endlich in das Zimmer zurücktreten. Ist die Geschwindigkeit des Windes noch grösser, so wird die äussere Luft in den Schornstein eindringen und mit der aus dem Brennmateriale entwickelten verbrannten Luft durch die Heizthüre ausströmen. Ist die Geschwindigkeit des Windes kleiner, so strömt der Rauch mit verminderter Geschwindigkeit aus. — Ist die Richtung des Windes vertical aufwärts, so wird derselbe die Ausströmungsgeschwindigkeit beschleunigen. — Hieraus ergiebt sich, dass der Einfluss des Windes günstig ist, wenn er eine ansteigende Richtung hat, und ungünstig, wenn dieselbe fallend ist. Die Verminderung des Zuges im Schornsteine wird um so bedeutender sein, je mehr der Wind eine gegen den Horizont fallende Neigung hat. Da sich nun in vielen Fällen ein grösserer anfänglicher Zug im Schornsteine nicht zweckmässig erweist, sich auch nicht immer herstellen lässt, so wird es noth-

wendig, die obere Schornsteinöffnung mit besonderen Apparaten (bewegliche und feste Hauben) zu versehen, welche den Einfluss der Winde aufheben, oder denselben sogar zur Verstärkung des Zuges zwingen. Bei hohen und isolirt stehenden Schornsteinen ist der Einfluss der Winde wegen des starken Zuges sehr gering; anders ist es dagegen, wenn die Schornsteine das Dach der Gebäude nur wenig überragen, und wenn in ihrer Nähe höhere Gebäude oder Berge sich erheben, weil dadurch die Richtung des Windes eine Veränderung erleiden und selbst zum Horizonte fallend werden kann.

Einen ferneren Einfluss auf den Zug im Schornsteine übt die Temperatur der äusseren Luft, der Barometerstand und der Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre aus. Je dichter die Luft ist, desto lebhafter muss der Verbrennungsprocess vor sich gehen; bleibt also die Temperatur im Schornsteine ungeändert, aber die der äusseren Luft nicht, so verändert sich der Zug im umgekehrten Verhältnisse mit zu- und abnehmender Temperatur. Hieraus folgt, dass im Winter der Zug stärker ist als in anderen Jahreszeiten. Hohöfen betreibt man an manchen Orten mit erwärmter Luft, folglich muss in diesen Fällen ein Luftstrom von grosser Geschwindigkeit künstlich hervorgebracht werden. — Da bei niedrigerem Barometerstande zu dem Brennmateriale weniger Luft dem Gewichte nach strömt als bei höherem, so wird dann auch weniger Brennmaterial in derselben Zeit verbrannt. Am auffallendsten wird dies auf hohen Bergen. Ist der atmosphärische Druck bis auf $^3/_4$ des gewöhnlichen geschwächt, so reicht die durch den Verbrennungsprocess erzeugte Wärme nicht mehr aus, um die Verbrennung des Brennmaterials zu unterhalten. — Der Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre hat auf den Verbrennungsprocess im Herde Einfluss, nicht aber auf den Zug im Schornsteine. In dem Masse, in welchem die in der Luft enthaltenen Wasserdünste zunehmen, entgeht auch eine grössere Luftmenge der Verbrennung, der Zug wird schwächer und der Nutzeffect des Brennmaterials verringert sich. Bei niedrigem Barometerstande, hoher Temperatur und mit Wasserdünsten gesättigter Luft wird hiernach die Schwächung des Zuges im Schornsteine am auffallendsten hervortreten. — Noch verdient der Einfluss directer Sonnenstrahlung eine Beachtung. Es ist nämlich eine bekannte Erfahrung, dass bei Schornsteinen von geringer Temperatur, z. B. bei Zimmerschornsteinen, in solchem Falle der Rauch zurücktritt. Der Grund ist wahrscheinlich der, dass die Umgebung des Schornsteins stark erhitzt worden ist und dadurch emporsteigende Luftströme entstehen, die aber um den minder warmen Schornstein herum entgegengesetzte Richtung haben. Eine auf den Schornstein gesetzte Kappe beseitigt diesen Uebelstand am leichtesten.

Wegen der besonderen Heizungsarten der Wohnungen sind die besonderen Artikel: Dampfheizung, Kaminheizung, Kanalheizung, Luftheizung, Ofenheizung, Wasserheizung,

nachzusehen. Nur in Betreff der directen Heizung der Zimmer durch Kohlenpfannen und kleine Oefen ohne Schornsteine, die noch jetzt in Spanien allgemein in Gebrauch ist, auch in einzelnen Fabrikationszweigen, z. B. bei der Anfertigung von Wachskerzen zur Anwendung kommt, sei noch bemerkt, dass dabei die Luft verschlechtert und zum Athmen untauglich wird, so dass diese Heizungsart in Räumen, in denen sich Menschen aufhalten müssen, entschieden verwerflich ist. Luft, in welcher nur noch $^1/_3$ des gewöhnlichen Sauerstoffgehaltes ist, taugt nicht mehr zum Athmen. Durch das Verbrennen von 1 Kilogr. Holzkohle werden 27 Cubikmeter atmosphärischer Luft zum Athmen untauglich gemacht, da hierbei der Sauerstoff in 9 Cubikmetern atmosphärischer Luft zur Bildung von Kohlensäure verbraucht wird. Hierzu kommt, dass sich bei der unvollkommenen Verbrennung noch Kohlenoxydgas bildet, von welchem schon $^1/_{100}$ den Tod warmblütiger Thiere zu veranlassen ausreichend ist.

Helenenfeuer, s. Art. Elmsfeuer.

Heliakischer Auf- und Untergang der Gestirne, s. Art. Untergang.

Helicophon nannte Fermond ein kleines Instrument, durch welches er den Nachweis führte, dass ein Ton entsteht, wenn man die Luft zwingt, sich in einer Spirale zu bewegen. Dasselbe besteht aus einer Glasröhre, deren Länge wenigstens drei- bis viermal den Durchmesser übertrifft; an einem Ende verschliesst man sie durch einen Stöpsel, auf dessen Umfange mehrere Schraubengänge eingeschnitten sind; bläst man nun durch diese Oeffnung, so entsteht ein Ton, der desto höher ist, je stärker man bläst. Drei Schraubengänge muss der Pfropfen wenigstens haben.

Heliochromie nennt man die bis jetzt allerdings noch nicht gelungene Erzeugung von Bildern mit ihren Farben blos durch chemische Mittel.

Heliographie bedeutet soviel wie Photographie. Niepce gab seinen ersten Bildern (1827) diesen Namen. Vergl. Art. Daguerreotypie.

Heliometer nannte Bouguer das von ihm zuerst klar aufgefasste Objectivmikrometer, dessen Wesen darin besteht, dass durch das Objectiv des Fernrohres selbst zwei Bilder von demselben Objecte erzeugt werden, was er durch zwei nebeneinander angebrachte Objective, für welche aber nur ein Ocular vorhanden war, zu erreichen suchte. Vergl. Art. Mikrometer. 3.

Dollond und Fraunhofer haben dies Instrument bedeutend vervollkommnet.

Helioskop bezeichnet ein Instrument zur Beobachtung der Sonne. Scheiner nahm ein Fernrohr mit Linsen, die aus farbigem Glase geschliffen waren. Bequemer erreicht man dies durch zwischen geschobene

farbige Gläser, wie sich solche z. B. an dem Sextanten finden. Eine besondere *machina helioscopica* beschreibt Scheiner, um das Bild der Sonne, namentlich der Sonnenflecke wegen, auf einer weissen Tafel aufzufangen. Man braucht nur ein Fernrohr weiter auszuziehen, als zum Beobachten der Sonne durch dasselbe nöthig ist. Ist das Fernrohr ein astronomisches, so liegt das vom Objective erzeugte Bild ausserhalb der Brennweite des Oculars und dies giebt ein vergrössertes Bild auf dem Papiere. Das Bild wird gewöhnlich im ganz verdunkelten Zimmer aufgefangen oder in dem Schatten eines Schirmes, welcher das Fernrohr umgiebt.

Heliostat heisst ein Instrument, welches dazu dient, den Strahlen der Sonne eine bestimmte beliebige Richtung zu geben und sie beim Fortrücken der Sonne in dieser Richtung zu erhalten. Man braucht ein solches Instrument z. B. um die Sonnenstrahlen in ein dunkles Zimmer zu dirigiren. In diesem Falle besteht dasselbe gewöhnlich in einem Planspiegel, den man um eine horizontale Axe drehen und zugleich unter verschiedene Winkel zu dieser Axe stellen kann. Der Erfinder soll s'Gravesande sein; jedenfalls rührt von ihm der Name her. Soll der eingestellte Heliostat beim Fortrücken der Sonne wirksam bleiben, so ist er mit einem Uhrwerke in Verbindung zu setzen; andernfalls muss man durch wiederholte Einstellung nachhelfen.

Heliothermometer ist ein Instrument, um die Stärke der Sonnenstrahlung an der Erdoberfläche zu bestimmen. Man kann dazu zwei gewöhnliche Thermometer nehmen, von denen das eine beschattet ist und die Lufttemperatur angiebt, das andere eine geschwärzte, oder aus schwarzem Glase geblasene, oder mit schwarzer Wolle umwickelte Kugel hat und den Sonnenstrahlen ausgesetzt wird. Saussure nahm einen 1′ tiefen, 9″ hohen und breiten Holzkasten, dessen Innenseite mit Kork ausgefüttert und dann geschwärzt ist. Auf dem Boden dieses Kastens befindet sich ein Thermometer; die Oeffnung ist durch drei $1^1/_2$ Zoll weit von einander abstehende Glastafeln geschlossen. Dieses Instrument wird mit der Oeffnung gegen die Sonne gekehrt und der Stand des eingeschlossenen Thermometers mit dem eines in freier Luft befindlichen verglichen. Es scheint Saussure's Instrument keine weitere Verwendung gefunden zu haben. Herschel ersetzte das Heliothermometer durch sein Aktinometer (s. d. Art., in welchem auch von Pouillet's und Becquerel's Instrumenten das Nöthige angegeben ist).

Heliotrop heisst ein Instrument, welches Gauss zu geodätischen Operationen angegeben hat, um das Sonnenbild als Signal- oder Visirpunkt auf einen entfernten Beobachter zu werfen. Vor einem Fernrohre sind zwei auf einander senkrechte Spiegel befestigt, von welchen der eine kleiner als der andere ist. Beim Gebrauche wird das Fernrohr auf den entfernten Beobachter gerichtet, der das Signal erhalten soll, und

darauf werden die Spiegel so gedreht, dass man durch das Fernrohr das Sonnenbild in dem kleineren Spiegel sieht. Der entfernte Beobachter erblickt dann das Sonnenbild in dem grösseren Spiegel. Wegen der grossen Intensität des Sonnenlichtes ist das reflectirte Sonnenbild noch in bedeutender Entfernung sichtbar und erscheint dabei doch fast nur als Punkt, so dass es zum genauen Einvisiren besonders geeignet ist. Von einem dreizölligen Spiegel (par. Mass) wurde das Heliotroplicht mit blossem Auge gesehen, wenn der scheinbare Durchmesser des Spiegels auch nur $^{43}/_{100}$ Secunde betrug. Vom Brocken aus sah man das Licht mit blossen Augen auf dem Hohenhagen in einer Entfernung von 213000 par. Fuss.

Helle Kammer, s. Art. Camera clara.

Helligkeit bezeichnet die mehr oder minder starke Beleuchtung oder Leuchtung eines Gegenstandes. Vergl. Art. Photometrie. Die absolute Helligkeit eines Gegenstandes ist das Product aus dem absoluten Glanze und der Fläche des Gegenstandes. Die scheinbare Helligkeit ist der Quotient der absoluten durch das Quadrat der Entfernung vom Auge dividirt.

Helm nennt man bei Destillirapparaten (s. Art. Destillation) die Decke der Blase.

Helmsfeuer, s. Art. Elmsfeuer.

Hemeralopie oder Tagblindheit, s. Art. Lichtscheue.

Hemiedrische Krystallformen nennt man diejenigen, welche nur die halbe Anzahl der Flächen besitzen, mit welcher die ursprüngliche Form versehen ist. Es geschieht dies dadurch, dass gewisse, z. B. die abwechselnden, Flächen so gross anwachsen, dass die zwischenliegenden verschwinden. In seltenen Fällen reducirt sich die Flächenzahl auf den vierten Theil der ursprünglichen und dann heisst die Form tetartoedrisch. Die ursprüngliche Form nennt man in Bezug hierauf die homoedrische. Das Tetraeder ist z. B. die hemiedrische Form des Octaeders, das Rhomboeder ebenso des Dodecaeders. S. Art. Krystallographie. A.

Hemiopie ist der Gesichtsfehler des Halbsehens (s. d. Art.).

Hemitropische Krystallformen nennt man diejenigen, die das Ansehen haben, als ob sie aus zwei Hälften eines und desselben Krystalles beständen, die aber an einander verdreht worden seien. Namentlich unter den Zwillingskrystallen des Kalkspathes findet man solche Hemitropien. S. Art. Krystallographie. D.

Hemmung oder das Echappement ist eine Vorrichtung, durch welche einem zusammengesetzten Mechanismus, z. B. einer Uhr, auf längere Zeit eine wenigstens intermittirende gleichförmige Bewegung ertheilt wird. Im Allgemeinen verfährt man so, dass man mit dem Mechanismus einen Theil in Verbindung bringt, welcher regelmässige Schwingungen macht und bei jeder Schwingung die Bewegung eine Zeit lang

hemmt, so dass also der Mechanismus in seiner Bewegung nach gleichen Zeitabschnitten um gleichviel vorwärts rückt, also intermittirend springt. Die Deutschen haben den Moment des Hemmens ins Auge gefasst und nennen daher die Vorrichtung Hemmung; die Franzosen haben die Bezeichnung von dem zeitweisen Entschlüpfen entlehnt und sagen daher Echappement. Hierunter wird indessen nur der Theil verstanden, welcher die Arretirung bewirkt, während der die Schwingungen vollziehende Theil den Namen Regulator führt.

Bei den Uhren ist der Regulator ein Pendel oder ein kleines an einer Spiralfeder befestigtes Rad, die sogenannte Unruhe. Die Hemmung wird bei den Uhren auf sehr verschiedene Art ausgeführt, worüber Näheres im Art. Uhr.

Henoëdrisches Krystallsystem, s. Art. Krystallographie. A.

Herd oder Feuerherd ist der Ort, in welchem durch Verbrennung irgend eines Brennmaterials zu irgend einem Zwecke ein beliebiger Hitzegrad hervorgebracht wird. S. Art. Heizung.

Hermsfeuer, s. Art. Elmsfeuer.

Heronsball, erfunden von Heron von Alexandrien um 100 v. Chr., ist ein kleiner Springbrunnen. Gewöhnlich macht man denselben von Kupfer in Form einer Flasche, durch deren Halsöffnung eine abschraubbare, mit einem Hahne und mit einer besonders aufzuschraubenden feinen Spitze versehene Röhre geht, die fast bis auf den Grund der Flasche reicht. Man schraubt die Röhre aus, füllt die Flasche bis zu etwa $^2/_3$ mit Wasser, schraubt die Röhre wieder ein, nimmt die Spitze ab, schraubt an deren Stelle eine Compressionspumpe (s. Art. Compressionsmaschine), verdichtet die Luft in der Flasche, dreht den Hahn zu, schraubt die Compressionspumpe wieder ab und setzt die Spitze an deren Stelle. Oeffnet man jetzt den Hahn, so springt das Wasser in einem Strahle aus der Spitze, so lange die innere Luft stärker drückt als die äussere. Statt der Spitze kann man auch andere Vorrichtungen aufschrauben, z. B. eine Reactionsröhre, wie bei dem Segner'schen Rade (s. Art. Rad, Segner'sches). — Man kann sich schon einen Heronsball anfertigen, wenn man durch den Pfropfen eines Glasgefässes luftdicht eine zugespitzte Röhre steckt, die mit ihrem unteren Ende den Boden des Gefässes fast berührt. Ist das Gefäss etwa zur Hälfte mit Wasser gefüllt und bläst man durch die Röhre Luft in das Innere, so springt hierauf aus der feinen Oeffnung der Röhre Wasser in einem Strahle hervor.

Steckt man die Röhre in dem Glasgefässe nur soweit durch den Pfropfen, dass sie auf der Innenseite eben hervorragt, bläst dann in das umgekehrt gehaltene Gefäss, so dass also das Wasser den Pfropfen bedeckt und der mit Luft gefüllte Raum oben an dem Boden sich befindet, so erhält man die sogenannte Spritzflasche, die man in Laboratorien häufig braucht, z. B. um das Filtrirpapier aufzuschliessen.

Der Windkessel in der Feuerspritze ist ein Heronsball. — Ein kleiner Heronsball springt im Recipienten der Luftpumpe, wenn man die Luft verdünnt, weil dann die Luft in demselben stärker drückt, als die ihn umgebende. Auch durch Erwärmung kann man das Springen hervorbringen.

Heronsbrunnen, der, besteht aus drei Gefässen, einem oberen schüsselförmigen Gefässe, einem mittleren und einem unteren verschlossenen Behälter, und aus drei Röhren, von denen die eine an dem Boden des oberen Gefässes mündet und bis dicht an den Boden des unteren reicht, die zweite von dem Deckel des unteren Gefässes in das mittlere und zwar fast an den Deckel desselben geht, und die dritte wie bei dem Heronsballe eingerichtet ist und durch den Boden des oberen Gefässes fast bis auf den Boden des mittleren herabreicht. Das mittlere Gefäss wird ebenso wie der Heronsball mit Wasser gefüllt, nachdem man die vorher als dritte bezeichnete Röhre ausgeschraubt hat; ist die Röhre wieder eingeschraubt und wird nun Wasser in das schüsselförmige Gefäss gegossen, so springt aus der dritten Röhre ein Wasserstrahl empor. — Das mittlere Gefäss ist in der That nichts Anderes als ein Heronsball, die Luft in demselben wird aber dadurch dichter als die äussere, dass die Luft im unteren und mittleren Behälter, welche durch die zweite Röhre mit einander in Verbindung stehen, durch das Wasser zusammengedrückt wird, welches aus dem schüsselförmigen Gefässe in die erste Röhre läuft und diese füllt. Da das Sprungwasser in das schüsselförmige Gefäss fällt, so bleibt die erste Röhre gefüllt und das Springen währt so lange, als die dritte Röhre noch im Wasser des mittleren Behälters steht.

Heron's rotirende Kugel besteht aus einer Kugel von Glas mit zwei diametral gegenüberstehenden Glasröhren, welche in geringem Abstande von der Kugel seitlich gebogen und in eine feine Oeffnung auslaufen. Die Kugel wird durch Erwärmung mit Wasser gefüllt, mit den geraden Stellen der Glasröhren auf einen Träger gelegt, als ob dies Wellzapfen wären, und dann bringt man das Wasser unter langsamem Drehen der Kugel über einer Weingeistlampe zum Sieden. Sobald das Sieden eintritt, rotirt die Kugel in Folge der Rückwirkung des ausströmenden Dampfes. Der Träger wird gewöhnlich auch von Glas angefertigt.

Herren, die drei gestrengen, nennt man in den Marken Deutschlands Mamertus, Pancratius und Servatius (11.—13. Mai), in Thüringen Pancratius, Servatius und Bonifacius (12. — 14. Mai), weil um diese Zeit auffallend starke Frostnächte einzutreten pflegen, die auf die gerade dann stattfindende Baumblüthe nachtheilig wirken. Erst nach Urban hält man sich sicher vor Nachtfrösten, also erst nach dem 25. Mai. In Süddeutschland heissen Pancraz, Servaz und Bonifaz die drei Eismänner, doch ist hier gewöhnlich die Blüthezeit dann schon

vorüber. Auch in Frankreich kommen die Frostnächte noch vor und die drei gestrengen Herren heissen daselbst die „*trois saints de glace*“. In Italien sollen der 8. und 9. Mai sich durch Häufigkeit des Reifes auszeichnen. Die Thatsache der Maifröste steht fest, beschränkt sich aber auf die europäischen Breiten zwischen der Kette der Alpen und den Ostseeküsten und auf das nördliche Asien. Hieraus folgt, dass die Erklärung nicht in kosmischen Einflüssen zu suchen ist, wie A. Erman in den periodischen Sternschnuppen-Asteroiden solche gefunden zu haben glaubte. Mädler suchte die Ursache in dem Eisgange der nördlichen Flüsse, namentlich in dem auf den 11. Mai angesetzten der Dwina; aber auch dies genügt nicht und führt auf Widersprüche. Nach Dove rührt der durch die Maifröste bedingte Rückschlag der Kälte nicht von einer verminderten Intensität der Sonnenstrahlung her, sondern von einer sehr vermehrten der Bodenausstrahlung, wie sie nur bei heiterem Himmel eintreten kann. Solche Heiterkeit tritt aber nur bei den östlichen Winden ein, welche sich um die Mitte des Mai über das mittlere Europa ergiessen.

Heterogenes oder ungleichartiges Licht nennt man dasjenige, welches durch Brechung in verschiedene Farben zerlegbar ist, im Gegensatze zu dem homogenen oder gleichartigen, bei welchem dies nicht weiter geschieht. Vergl. Art. Farbe.

Heteromerie nannte Hermann die Erscheinung, dass ganz unähnlich zusammengesetzte Verbindungen, d. h. solche, deren Elemente nicht blos der Zahl nach, sondern auch in ihrer chemischen Natur verschieden sind, unabhängig von Isomorphie, gleiche Krystallform haben können. Danach wäre der Satz nicht richtig, dass gleiche Form bei gleicher qualitativer Mischung gleiche quantitative Mischung bedinge.

Heteromorphismus nennt man die Eigenschaft zweier oder mehrerer Verbindungen, trotz der gleichen Anzahl und Gruppirung ihrer Atome verschiedene Krystallformen zu besitzen. Eisenvitriol und Zinkvitriol sind z. B. heteromorph.

Heterotrop oder anisotrop nennt man Mittel, in welchen der Lichtäther nicht nach allen Richtungen gleiche Geschwindigkeit erhält, im Gegensatze zu den isotropen, bei welchen dies der Fall ist. S. Art. Punktsystem.

Heuwaage gehört zu den Federwaagen, über welche im Art. Waage das Nähere zu finden ist.

Hexenbrunnen heisst eine Quelle auf dem Brocken, 18 Fuss unter dem flachen Gipfel des Berges. Die Quelle fliesst ungeachtet ihrer hohen Lage fast immer mit gleicher Stärke, weil der Gipfel fast fortwährend von Nebel und Wolken umhüllt ist, auch daselbst frühzeitig Schnee fällt.

Hill's galvanische Batterie besteht aus Zink und Kupfer, getrennt durch einen Träger aus nicht leitendem Material, der nahe an dem Boden

kleine Löcher hat; Zink ist von einer concentrirten, aber nicht gesättigten Auflösung von Zinkvitriol oder Kochsalz fast bedeckt und hängt oben aussen an dem Träger, während das Kupfer unten denselben umgiebt; in das Innere des Trägers werden Kupfervitriolkrystalle gelegt, die sich auflösen, so dass durch das aufgelöste und durch die Löcher geflossene Kupfervitriol das Kupfer bedeckt wird. Die Batterie soll der Grove'schen an Stärke gleichkommen und beständiger und gleichförmiger sein.

Himmel, Himmelsgewölbe, Himmelskugel, Firmament, Sphäre heisst das die Erde überspannende blaue Gewölbe, das nach allen Seiten zu in die Erdscheibe einzuschneiden oder auf ihr zu ruhen scheint, und an welchem wir die Gestirne wie angeheftet erblicken. Da die Erde eine von einer Lufthülle von begrenzter Dicke umgebene Kugel ist, die frei im unendlichen Weltenraume schwebt, so ist das Himmelsgewölbe nur Schein und nicht Wirklichkeit. Wegen der blauen Färbung des Himmels s. Art. Bläue des Himmels, wegen des Abend- und Morgenroths Art. Abendroth, wegen der Dämmerung Art. Dämmerung, wegen der Lufthülle selbst Art. Atmosphäre. An dieser Stelle soll noch besonders darauf aufmerksam gemacht werden, dass das Himmelsgewölbe nicht halbkugelig erscheint, sondern dass der Eindruck derartig ist, als ob die horizontale Entfernung grösser als die verticale wäre. Bestimmt man die Mitte des Bogens am Himmelsgewölbe vom Zenith bis zum Horizonte durch Schätzung, so legt man diese — wie die Messung ergiebt — in eine Höhe von 23°. Steht die Sonne in Wirklichkeit 30° hoch über dem Horizonte, so scheint sie dem Zenith näher zu sein als dem Horizonte; ein Stern, der gerade in der Mitte zwischen Zenith und Horizont steht, scheint dem ersteren dreimal näher zu sein als dem letzteren. Berechnet man den Halbmesser der Himmelskugel unter der Annahme, dass die untere Hälfte des vom Horizonte bis zum Zenith reichenden Bogens für einen Beobachter auf der Erdoberfläche unter 23° erscheint, die obere Hälfte also unter 67°, und dass der Mittelpunkt im Erdmittelpunkte liegt, so erhält man denselben $= \frac{R}{\cos 33^0 \, 8'} = 1{,}194 \, R$, wo R der Erdradius ist. Daraus folgt, dass der Horizont 3,36157 oder $3^1/_3$mal die Höhe des Zeniths übertreffen würde, und hieraus erklärt sich, warum uns alle Gegenstände und Entfernungen in der Nähe des Horizontes grösser als in der Nähe des Zeniths erscheinen.

Himmelsfluss, s. Art. Milchstrasse.

Himmelsgegenden oder Weltgegenden sind die bestimmten Richtungen, welche man bei fortgesetzter Halbirung des Horizontes erhält. Südpunkt, Nordpunkt, Ostpunkt und Westpunkt sind die Cardinalpunkte. Die Richtung nach dem Südpunkte heisst Süden, die

nach dem Nordpunkte Norden. Diese bilden die erste Ordnung. Die Richtung nach dem Ostpunkte heisst Osten, die nach dem Westpunkte Westen. Diese bilden die zweite Ordnung. Genau in der Mitte zwischen diesen liegen die Nebenhimmelsgegenden oder die Himmelsgegenden der dritten Ordnung. Ihre Namen werden aus den beiden Himmelsgegenden gebildet, zwischen denen sie liegen, und zwar so, dass die höhere Ordnung voransteht; sie heissen also: Südwest (SW), Nordwest (NW), Nordost (NO) und Südost (SO). Genau in der Mitte zwischen diesen acht Himmelsgegenden liegen die Himmelsgegenden der vierten Ordnung, deren Namen nach derselben Regel gebildet werden, und die also heissen: Südsüdwest (SSW), Westsüdwest (WSW), Westnordwest (WNW), Nordnordwest (NNW), Nordnordost (NNO), Ostnordost (ONO), Ostsüdost (OSO) und Südsüdost (SSO). Halbirt man die zwischen den so erhaltenen 16 Gegenden liegenden Winkel nochmals, so erhält man noch 16 Unterabtheilungen, welche die fünfte Ordnung der Himmelsgegenden ausmachen und deren Name aus der Himmelsgegend gebildet wird, welche von den beiden, zwischen denen sie liegt, der Ordnung nach die höhere ist, mit Hinzufügung des nächsten Cardinalpunktes durch das Wörtchen „gen“ oder „zu“. Es liegt z. B. SO. gen O. oder SO. zu O. zwischen SO. und OSO.; ebenso S. gen W. oder S. zu W. zwischen S. und SSW. Jeden dieser 32 Theile nennt man einen Strich = $11^1/_4$ Grad. Man halbirt wohl noch weiter und erhält halbe Striche etc. Dieser Eintheilung bedienen sich die Seeleute, und eine Abbildung des so eingetheilten Horizontes nennt man eine Windrose, weil auch die Winde nach der Himmelsgegend, aus welcher sie wehen, hiermit übereinstimmend ihre Namen erhalten.

Himmelsluft oder Aether, s. Art. Aether.

Hindernisse der Bewegung nennt man die Ursachen, welche es bewirken, dass in der Wirklichkeit nicht sofort Bewegung eintritt, wenn die Kraft, welche nach den in der Bewegungslehre (s. d. Art.) gefundenen abstracten Gesetzen Gleichgewicht hervorbringen würde, im Geringsten nach der einen oder anderen Seite überschritten wird, ferner dass ein einmal in Bewegung gesetzter Körper, sobald er sich selbst überlassen wird, nicht in gleichförmiger Bewegung ohne Aufhören und in derselben Richtung fortgeht. Diese Hindernisse der Bewegung liegen namentlich in der Reibung, in dem Widerstande des Mittels und bei Verwendung von Seilen in der Steifigkeit derselben, worüber die betreffenden Artikel das Nähere angeben.

Hippalus hiess bei den Alten der im indischen Meere vom April bis October wehende Südwestwind. Vergl. Art. Musson.

Hitze bezeichnet Wärme von grosser Intensität, die jedenfalls wenigstens die Blutwärme überschreitet. — Eine Hitze nennt man auch bei Rammarbeiten eine Arbeit von mehreren (20 bis 25), ohne

Unterbrechung aufeinander folgenden Zügen des Rammbäres, nach welchen die Arbeiter eine Pause machen.

Hoboe, s. Art. Oboe.

Hochdruck nennt man eine Spannung von mehr als einer Atmosphäre Ueberdruck (s. Art. Atmosphärendruck). Bei Dampfkesseln von Hochdruck pflegt man 8 Atmosphären nicht leicht zu überschreiten. Vergl. Art. Dampfkessel, ebenso den Schluss des Art. Dampfmaschine.

Hochdruckkessel, s. Art. Dampfkessel.

Hochdruckturbine heisst eine Turbine (s. d. Art.), bei welcher das Ausflussreservoir oben zu ist und das Wasser durch eine Einfallröhre seitlich in dasselbe eingeleitet wird. Die Turbinen mit oben offenem Ausflussreservoir nennt man im Gegensatze hierzu Niederdruckturbinen.

Hochofen, s. Art. Hohofen.

Hodometer, Wegmesser, Schrittzähler heisst ein Instrument zur Messung der Länge eines zurückgelegten Weges oder bei wirklichen Vermessungen zur Bestimmung der Entfernung gewisser Punkte von einander. Man hat dergleichen Instrumente, auf deren Einrichtung jedoch, da diese meist complicirt ist, hier nicht näher eingegangen werden kann, schon zu Vitruv's Zeiten ausgeführt. Fernel bediente sich eines Hodometers 1550 bei seiner Gradmessung zwischen Paris und Amiens, und dies ist auch später zur vorläufigen Ausmessung von Standlinien geschehen, namentlich aber bei der Anlage von Chausseen. Vergl. auch Pedometer.

Höhe der Atmosphäre ist zwar nicht genau bekannt, jedenfalls beträgt sie aber nicht über 27 und nicht unter 6 geogr. Meilen. Näheres im Art. Atmosphäre gegen Ende.

Höhe der Gebirge, s. Art. Höhenmessung.

Höhe und **Tiefe** der Töne ist abhängig von der Schwingungszahl. Vergl. Art. Ton.

Höhenmessung besteht in der Ermittelung der verticalen Entfernung eines Punktes über einer horizontalen Fläche. Gewöhnlich bezieht man die Höhenangaben auf der Erde auf die Meeresfläche; wenigstens ist es so zu verstehen, wenn man schlechthin von der Höhe eines Berges oder irgend eines Ortes spricht. Sagt man also z. B. ein Berg sei 5000 Fuss hoch, so meint man damit, dass die gerade, von der Spitze des Berges nach dem Mittelpunkte der Erde gehende Linie in einer Entfernung von 5000 Fuss unterhalb der Spitze des Berges von der Meeresfläche durchschnitten werden würde, wenn wir uns diese bis dahin fortgesetzt denken. Die Mittel, deren man sich zu Messungen der Höhen von Orten auf der Erde bedient, sind: barometrische Höhenmessungen, thermometrische Höhenmessungen, das Nivelliren und trigonometrische Messungen.

A. Barometrische Höhenmessung. Nachdem Torricelli den Druck der Luft nachgewiesen hatte (s. Art. Barometer), kam Descartes oder Pascal auf den Gedanken, dass der Druck der Luft mit der Erhebung über die Erdoberfläche oder in grösserer Entfernung von dem Mittelpunkte der Erde geringer werden müsse. Pascal hat jedenfalls zuerst Versuche zur Ausführung gebracht, welche dies bestätigten, und zwar durch seinen Schwager Perrier zu Clermont, der auf dem etwa 3000 Fuss hohen Puy de Dome eine Quecksilberhöhe im Barometer von 278''' fand, während dieselbe im Klostergarten zu Clermont $315\frac{1}{2}$ Linie betrug. Nach diesem Resultate hielt Pascal das Barometer für ein Mittel, zu erfahren, ob zwei Oerter in einer Horizontalebene, d. h. in gleichen Entfernungen vom Mittelpunkte der Erde lägen, oder welcher von ihnen der entferntere sei, sie möchten so weit, als sie wollten, auseinander liegen. Hiermit war die barometrische Höhenmessung angebahnt. Hierbei kommt nun Folgendes in Betracht.

In derselben Horizontalschicht der Luft muss im Zustande des Gleichgewichts gleicher Druck, also auch gleicher Barometerstand und gleiche Dichtigkeit sein. — Der Druck der atmosphärischen Luft wird um so geringer, je höher man sich über die Oberfläche der Erde erhebt. Hierbei zeigt sich, dass bei einer Erhebung von 73 bis 76 Fuss über die Erdoberfläche der Barometerstand um 1 Linie niedriger ist; dass aber in grösserer Entfernung eine um so grössere Erhebung nothwendig wird, damit das Quecksilber im Barometer wieder um eine Linie fällt, also je höher man steigt. Es gilt in dieser Hinsicht folgendes Gesetz: Unter der Voraussetzung gleicher Temperatur und gleicher Mischung in der Atmosphäre nimmt im Zustande des Gleichgewichts der Druck in derselben nach dem Gesetze einer geometrischen Reihe ab, wenn man sich in einer arithmetischen Reihe erhebt. Dies Gesetz ist eine nothwendige Folge des Mariotte'schen Gesetzes (s. Art. Mariotte's Gesetz). Hiernach würde bei einer Höhe aus x gleich hohen Schichten, wenn die gestellten Voraussetzungen bestehen und der Barometerstand unten B ist, der Barometerstand am Ende der ersten Schicht $\frac{1}{m} B$, am Ende der zweiten $\frac{1}{m^2} B$ u. s. f. sein, mithin der Barometerstand b am Ende der ganzen Höhe $\frac{1}{m^x} B$ betragen. Aus $b = \frac{1}{m^x} B$ folgt nun $x = \frac{1}{log.\, m} (log\, B - log\, b)$, oder wenn man $\frac{1}{log.\, m} = M$ setzt, $x = M (log\, B - log\, b)$. Diese Formel heisst die de Luc'sche. Der Factor M lässt sich auf experimentellem Wege und theoretisch bestimmen; doch soll hier nur der erstere näher angegeben werden. Misst man eine Höhe auf irgend

eine andere Art aus, z. B. durch Nivelliren oder trigonometrisch, und beobachtet man den Barometerstand B unten und b oben, so ist $M = \frac{x}{log B - log b}$ und somit M durch lauter bekannte Grössen bestimmt. Unter den gemachten Voraussetzungen muss M stets dieselbe Grösse sein; da aber die Bedingungen nicht leicht erfüllt sind, so kann man nur durch wiederholte Beobachtungen von B und b den Mittelwerth bestimmen. De Luc hat eine grosse Anzahl von Beobachtungen gemacht und aus diesen gefunden, dass $M = 10000$ ist, wenn man die Höhe nach Toisen à 6 par. Fuss misst, und hiernach erhält man also die Formel für barometrische Höhenmessung $x = 10000\ (log B - log b)$ Toisen. — Geht man davon aus, dass 1 Cubikmeter Luft bei 760^{mm} Barometerstand und 0° C. 1,293187 Kilogramm wiegt, so ergiebt die theoretische Untersuchung $M = 18403$ Meter.

Da die Temperatur in verschiedenen Luftschichten verschieden ist, die Schwerkraft an verschiedenen Stellen der Erdoberfläche und in verschiedenen Höhen über derselben einen anderen Werth erhält, auch der Feuchtigkeitszustand der Luft von Einfluss ist, so giebt die Formel, selbst wenn man die Barometerstände auf die Temperatur 0° C. reducirt, kein genaues Resultat. Nach de Luc ist $x = 10000 \left(1 \pm \frac{t}{215}\right) (log B - log b)$ Toisen, wo t anzeigt, wieviel Grade die Temperatur von $16^3/_4$° R. abweicht, und + für höhere, — für niedrigere Temperaturen gilt. — Nach La Place ist $x = 18393\ (1 + 0{,}002837\ cos\, 2\,\psi) \left(1 + \frac{2\,(T + t)}{1000}\right) (log B - log b)$ Meter, wo ψ die Polhöhe, T und t die Temperaturen an den beiden Stationen nach Cels., B und b die auf 0° reducirten Barometerstände bedeuten. — Nach Gauss ist bei gleicher Bezeichnung:

$$x = 18382\ (1 + 0{,}0026\, cos\, 2\,\psi) \left(1 + \frac{T + t}{498{,}75}\right) (log B - log b)$$

Meter. Hierbei ist der Einfluss der Erhebung über der Erdoberfläche auf die Schwerkraft und der des Feuchtigkeitszustandes noch ausser Acht gelassen. — Für Höhen, welche 1000 bis 1200 Meter nicht überschreiten, kann man

$$x = 16000\ \frac{B - b}{B + b} \left(1 + \frac{2\,(T + t)}{1000}\right)$$ Meter benutzen.

Zur Erleichterung der Rechnung hat man mehrfach Tabellen berechnet. Die am häufigsten benutzten sind die Oltmann'schen Tafeln. — Es versteht sich von selbst, dass man bei barometrischen Höhenmessungen die der Formel zu Grunde liegenden Voraussetzungen möglichst erfüllen muss. Deshalb sind gleichzeitige Beobachtungen an den beiden Stationen zu empfehlen; aber selbstverständlich mit unter ein-

ander übereinstimmenden Barometern. Als die geeignetste Tageszeit haben sich die Stunden 8 Uhr Vormittags und 4 Uhr Nachmittags herausgestellt, weil da die Temperaturveränderungen am langsamsten vor sich gehen. Ungeachtet aller Rücksichten kann man den barometrischen Höhenmessungen gleichwohl kein grosses Vertrauen schenken, da alle Bedingungen nicht leicht erfüllbar sind. Wo nur einzelne Beobachtungen der in Rechnung zu ziehenden Factoren möglich gewesen sind, ist jedenfalls kein sicheres Resultat zu erwarten, und daraus erklären sich die verschiedenen Höhenangaben über bedeutende Berge, da in solchen Fällen eben nach vereinzelten Beobachtungen gerechnet worden ist; von dem Montblanc haben wir z. B. folgende Höhenangaben: 14793, 14772, 14691, 14676, 14556, 14346 Fuss. Selbst die Ergebnisse aus länger fortgesetzten Beobachtungen, sogar die Jahresmittel für den Barometer- und Thermometerstand mit Benutzung des mittleren Werthes des Luftdrucks im Niveau des Meeres haben sich nicht als ausreichend erwiesen, weil das Jahresmittel in verschiedenen Jahren an demselben Orte verschieden ausfällt und der Barometerstand im Niveau des Meeres auch nicht allenthalben derselbe ist. Die Höhe des schwarzen Meeres über dem Kaspischen Meere hat man aus Barometerbeobachtungen zu 256 par. Fuss gefunden, nach einer zuverlässigen Triangulation beträgt dieselbe aber nur 94,9 par. Fuss. Das barometrische Höhenmessen ist daher auf die Interpolation der Höhen solcher Orte zu beschränken, die zwischen geometrisch bestimmten Orten liegen, deren Abstand vom Meeresspiegel mithin bekannt ist.

B. Thermometrische Höhenmessung. Die Temperatur, bei welcher das Wasser siedet, hängt mit dem Barometerstande auf das Innigste zusammen (s. Art. Sieden), indem dieselbe um so niedriger wird, je niedriger das Barometer steht. Je höher daher ein Berg ist, bei einem um so geringeren Temperaturgrade wird das Wasser sieden, und da durch ein in das siedende Wasser eingetauchtes Thermometer die Temperatur desselben angegeben wird, so wird man auch aus den Anzeigen des Thermometers auf den am Beobachtungsorte stattfindenden Barometerstand schliessen können, so dass man durch die Beobachtung der Siedetemperatur die zur barometrischen Höhenmessung erforderlichen Barometerstände erhält, aus denen man alsdann die Höhe (nach den unter A. angegebenen Formeln) berechnen kann. — Der Gedanke, das Thermometer zur Höhenmessung zu benutzen, lag nahe und ist auch öfter ausgesprochen worden; aber eine zweckmässige Ausführung scheint Wollaston zuerst unternommen zu haben (1817). Der Hauptübelstand ist, dass eine kleine Differenz im Siedepunkte schon merklich auf den Barometerstand Einfluss hat; denn einem Unterschiede von 1 Millimeter im Barometerstande entspricht ein Unterschied von weniger als $0^{0},05$ C. im Siedepunkte. Folglich kann man die gewöhnlichen Thermometer zu thermometrischen Höhenmessungen gar nicht benutzen.

Wollaston nannte sein zu diesem Zwecke construirtes Thermometer Barothermometer (s. Art. Barothermometer). Regnault benutzte Thermometer, die nur von 80 bis 100° C. reichten und eine willkürliche Theilung hatten. Er füllte das Thermometer zuerst soweit mit Quecksilber, dass dies beim Eintauchen in schmelzendes Eis etwa den dritten Theil der Röhre füllte; diesen Punkt bezeichnete er genau, bestimmte dann mittelst eines Normalthermometers den Stand des Quecksilbers in Wasser und berechnete nun, wie viele Theile der willkürlichen Theilung einen Grad nach C. ausmachen. Hierauf liess er eine Portion Quecksilber austreten, so dass in siedendem Wasser das Quecksilber nicht aus der Röhre trat, verschloss das Instrument in gewöhnlicher Weise und bestimmte den Normalsiedepunkt. — Das Thermometer muss aus Glas bestehen, welches sich sehr regelmässig ausdehnt. — Regnault hat überdies einen besonderen Kochapparat construirt, der aus mehreren Messingröhren besteht, die sich wie das Rohr eines Fernrohres einschieben lassen, und daher sehr compendiös ist; ferner hat er eine Tabelle berechnet, welche zwischen 85° und 101° für jeden Zehntelgrad die den beobachteten Siedepunkten des Wassers entsprechenden, auf 0° reducirten Barometerstände angiebt. Kupfer und Christie haben Formeln angegeben, nach welchen sich die Beobachtungen leicht berechnen lassen.

C. Das Nivelliren. Hierüber handelt der besondere Art. Nivelliren.

D. Trigonometrische Höhenmessung. Bei unzugänglichen Höhen kann man die bereits aufgeführten Messungsmethoden nicht zur Anwendung bringen. In solchem Falle bleibt nur die trigonometrische Messung übrig, und daher kommt es auch, dass die Höhen grosser Berge gewöhnlich durch barometrische und trigonometrische Messungen zusammen bestimmt worden sind, indem man die Höhe der Standlinie auf erstere Art ermittelte und von da aus trigonometrisch verfuhr. Es wird nämlich mit möglichster Sorgfalt eine Standlinie ausgemessen und am besten mittelst eines Theodoliten (s. d. Art.) an den Endpunkten derselben die scheinbare Höhe des auszumessenden Gegenstandes nach Graden, Minuten etc. bestimmt, ausserdem misst man die Horizontalwinkel an beiden Endpunkten, d. h. die Winkel, welche die Verticalebenen, in welchen die Höhenwinkel liegen, mit der Verticalebene der Standlinie bilden. Die so gewonnenen Data benutzt man, um nach den Regeln der ebenen Trigonometrie die wahre Höhe des auszumessenden Gegenstandes in Einheiten des gewählten Längenmasses zu berechnen.

Höhenparallaxe, s. Art. Parallaxe.

Höhenrauch, s. Art. Haarrauch.

Höhlen nennt man grössere, bald wagerechte oder geneigte, bald verticale Räume im Innern der Erdkruste, welche gewöhnlich durch eine

Oeffnung nach Aussen mit der Erdoberfläche in Verbindung stehen. Der allgemeinen Form nach lassen sich dieselben als Spaltenhöhlen, Gewölbhöhlen und Schlauchhöhlen unterscheiden, worüber die betreffenden Artikel das Nähere angeben: ebenso verweisen wir auf Art. Durchbruchshöhle, Grotte, Dampf- oder Dunsthöhle, Eishöhle oder Eisgrotte, Gypshöhlen, Kalksteinhöhlen, Knochenhöhlen, Krystallhöhlen, Schwefelhöhlen, Temperaturhöhlen, Tropfsteinhöhlen, Wasserhöhlen, Wetterlöcher oder Windhöhlen.

Höhrauch, s. Art. Haarrauch.

Höll'sche Maschine ist die Wassersäulenmaschine, welche der Oberkunstmeister J. K. Höll 1749 zu Schemnitz in Ungarn im dortigen Leopoldi-Schachte ausführte. Diese Maschine hat lange Zeit als Muster gegolten und ist daher vorzugsweise bekannt geworden.

Hören ist das durch den Gehörsinn vermittelte Wahrnehmen der sogenannten Schallbewegungen oder des sogenannten Schalles. Ein Schall entsteht, wenn ein Körper erschüttert wird und sich die dadurch entstandenen Schwingungen durch denselben oder durch einen anderen Körper zu unserem Ohre fortpflanzen, so dass in diesem eine Empfindung erregt wird. Bei der Erzeugung und Wahrnehmung eines Schalles ist also dreierlei zu beachten, nämlich 1) dass und in welcher Weise ein Körper erschüttert worden ist; 2) dass und wie die dadurch entstandenen Schwingungen zum Ohre fortgepflanzt werden, und 3) dass das Ohr für den auf dasselbe ausgeübten Eindruck empfindlich sei; oder es kommt an auf die Schallerreger, Schallträger und das Ohr. Diese drei Artikel sind zunächst zu vergleichen. Hier handelt es sich zunächst um den Vorgang im Ohre und über besondere Erscheinungen beim Hören.

Beim Hören wird der Gehörnerv durch mechanische Einwirkungen — denn solche sind auch die Schallwellen — erregt und der hierdurch hervorgebrachte Reiz giebt im Gehirne zur Empfindung des Schalles Veranlassung. Die äusseren Schallwellen werden von der Ohrmuschel aufgefangen und durch den Gehörgang zum Trommelfelle geleitet, welches dadurch in schwingende Bewegung versetzt wird. Die Schwingungen des Trommelfelles pflanzen sich vermittelst der Gehörknöchelchen fort zu dem Labyrinthwasser, indem der Steigbügel abwechselnd in das ovale Fenster eindringt. Die Bewegung des Labyrinthwassers verbreitet sich durch den Vorhof und die Bogengänge, auch durch die Vorhoftreppe bis zur Spitze der Schnecke und durch die untere Treppe zurück, so dass die im Labyrinthe verbreiteten Nervenfasern überall erregt werden und der Reiz zum Gehirne gelangt. Der Gehörsand soll hierbei durch Resonanz die Einwirkung auf die Nervenfasern verstärken. In schwächerem Grade kann der Schall auch durch die Luft in der Trommelhöhle zum runden Fenster und von da ins Labyrinth fortgepflanzt werden. Dies kommt namentlich in Betracht, wenn das

Trommelfell und die Gehörknöchelchen verletzt sind: ebenso bei der Schallleitung durch die Kopfknochen, was sich namentlich bei verstopften Ohren auffällig bestätigt.

Das Trommelfell kann durch die an dem Hammer befestigten Muskeln mehr oder weniger gespannt werden. Je stärker das Trommelfell gespannt wird, desto mehr wird das Hören gedämpft: bei schlaffem Trommelfelle wird der Schall stärker geleitet. Eine Spannung des Trommelfelles kann auch mittelst der Eustachischen Röhre herbeigeführt werden und zwar sowohl dadurch, dass man eine grössere Quantität Luft in dieselbe bringt, als auch dadurch, dass man Luft aus ihr entfernt. In beiden Fällen tritt eine gewisse Schwerhörigkeit ein und zwar bei Luftverdünnung in der Trommelhöhle namentlich für die tiefen Töne. Da die Trommelhöhle mit der äusseren Luft durch die Eustachische Röhre communicirt, so stellt sich die Luft zu beiden Seiten des Trommelfelles ins Gleichgewicht und es wird dadurch die sonst immer wechselnde Spannung desselben verhütet. Hieraus erklärt sich, warum es zweckmässig ist bei starken Schalleindrücken, z. B. beim Kanoniren, den Mund zu öffnen. Uebrigens nimmt man an, dass die Schallleitung durch die Luft der Trommelhöhle besonders dazu diene, den Unterschied der Töne wahrzunehmen. — Verknöchert der Steigbügel, steht er also mit der Wand des Labyrinthes in knöcherner Verbindung anstatt in elastischer mit der häutigen Umhüllung des Fusstrittes, so tritt eine eigenthümliche Taubheit ein, bei welcher der Kranke gegen Geräusche sehr empfindlich ist, aber keine articulirten Laute mehr wahrzunehmen vermag.

Die Bedeutung der einzelnen Theile des Ohres ist in vielen Beziehungen noch ein physiologisches Räthsel. Einzelnes enthält noch Art. Ohr.

Hörmaschine / **Hörrohr** / **Hörtrompete** ist ein Instrument, dessen sich Schwerhörige zur Verstärkung des Schalles bedienen. Unter allen Formen, welche man den Hörröhren gegeben hat, scheint am wirksamsten zu sein die einer einfachen cylindrischen Röhre, welche an einem Ende eine trompeten- oder trichterförmige Erweiterung hat, nach dem anderen aber allmälig dünner zuläuft. Dies dünne Ende wird an den Gehörgang gesetzt. Die vielfachen Künsteleien an manchen Hörröhren betreffen vorzugsweise Nebenrücksichten, als Bequemlichkeit u. dergl. Es versteht sich übrigens von selbst, dass ein Hörrohr nur in Fällen der Schwerhörigkeit Abhilfe verschaffen kann, wo die Ursache derselben keine innere ist.

Hof heisst ein heller, oft farbiger Ring, von welchem zuweilen der Mond oder die Sonne, auch wohl die grösseren Planeten und Fixsterne umgeben erscheinen. Der Durchmesser dieser Ringe ist sehr verschieden, von kaum 2^0 bis 45^0, selbst 90^0. Oft erscheinen mehrere Höfe gleichzeitig, und alsdann sind sie nicht selten von Nebensonnen oder

Nebenmonden begleitet. Die Erscheinungen, welche man unter dem Begriffe Hof zusammenfasst, sind also sehr mannichfach.

Die Höfe erscheinen in den gemässigten und kalten Zonen, wenn die Atmosphäre mit dünnen und gleichförmig vertheilten Dunstschichten geschwängert ist. Es zeigt sich dann ein lichter, einen bald grösseren, bald kleineren Raum einschliessender Kreis oder Ring, in dessen Mittelpunkte sich die Sonne oder der Mond befindet. Höfe dieser Art, die man einfache nennen könnte, sind die gemeinsten; doch erscheinen sie um den Mond häufiger als um die Sonne. Im letzteren Falle glänzen sie mit den Farben des Regenbogens, so dass Roth auf der Innenseite steht, obwohl nicht so lebhaft, als dieser selbst. Weniger häufig sind zwei concentrische Ringe, in deren Mittelpunkte alsdann die Sonne oder der Mond steht. Dies wäre ein doppelter Hof. Ein dreifacher Hof, der aus drei solchen Ringen besteht, kommt noch seltener vor. Nicht eben selten ist der Hof scheibenförmig. Alsdann umschliesst ein Ring einen Raum, welcher merklich lichter ist als der übrige Theil des Himmels, und gleichfalls die Sonne oder den Mond zum Mittelpunkte hat. Bei den Höfen der eben bezeichneten Arten treten oft noch andere Ringe auf, entweder diese Ringe berührend oder durch das Centrum derselben gehend; auch sind es diese Höfe, bei welchen man Nebensonnen und Nebenmonde beobachtet. Kämtz nennt derartige Ringe Höfe im engern Sinne und unterscheidet sie hierdurch von einer anderen Art, welche er Kränze nennt. Fraunhofer und Brandes nennen die ersteren grosse Höfe und die Kränze kleine Höfe. — Die Kränze kommen in dünnen Wolken und zwar meist in federigen Schicht- oder Haufenwolken zum Vorschein. Die zunächst rings um die Sonne oder den Mond liegenden Theile der Wolke erscheinen weit lichter als der übrige Himmel, zeigen auch wohl die Farben des Regenbogens und zwar mit Roth auf der Aussenseite, ohne jedoch — wie beim scheibenförmigen Hofe — durch einen Ring begrenzt zu sein. Der Durchmesser dieser Kränze erstreckt sich meist nur von 2⁰ bis 5⁰, selten über 10⁰. Bisweilen ist der Kranz doppelt, indem er dann aus zwei solchen lichten Kreisflächen besteht, deren innere lebhafter leuchtet als die äussere. Diese Form kommt nicht so gar selten vor und geht zuweilen in den einfachen Kranz über, oder umgekehrt. Drei- oder vierfache Kränze sind sehr selten.

Schon die Bildung der Höfe in einer dünnen Dunstschicht und ihre Farblosigkeit, oder die rothe Färbung auf der Innenseite, und die Bildung der Kränze in dünnen Wolken und die dabei auftretenden Farben, namentlich das Roth auf der Aussenseite, sprechen für verschiedenen Ursprung beider.

A. Kleine Höfe oder Kränze. Die Kränze beobachtet man häufiger an dem Monde als an der Sonne, weil letztere das Auge zu sehr blendet. Macht man die Beobachtung im reflectirten Lichte auf

einer ruhigen Wasserfläche oder auf einem Glasspiegel, welcher auf der Rückseite geschwärzt ist, so bemerkt man die Kränze auch an der Sonne häufiger. Ihren Ursprung verdanken dieselben den kleinen Dunstbläschen in der Atmosphäre, wie man sich überzeugen kann, wenn man eine reine Glasscheibe leicht anhaucht und dann durch dieselbe ein entferntes Licht betrachtet, indem man nun dies von einem Hofe umgeben sieht und zwar um so lebhafter, je feiner die angehauchten Dunstbläschen sich angelegt haben. Jordan hat zuerst versucht, das Phänomen auf die Inflexion des Lichtes (s. Art. Inflexion) zurückzuführen; aber erst nachdem durch Young und Fresnel die Inflexion aus der Interferenz und diese aus den Schwingungen des Lichtäthers abgeleitet war, gelang es Fraunhofer, die richtige Erklärung zu geben. Danach stehen die Durchmesser der Nebelbläschen, welche die geradlinige Fortpflanzung des Lichtes unterbrechen, und die Winkel, unter welchen die Durchmesser gleichfarbiger Ringe erscheinen, in einem einfachen Zusammenhange. Bezeichnet nämlich d diesen Durchmesser in pariser Zollen und r' den Halbmesser des ersten rothen Ringes, r'' den des zweiten und r''' den des dritten, so ist $r' = \frac{0,0000257}{d}$; $r'' = r' + \frac{0,0000214}{d}$ und $r''' = r'' + \frac{0,0000214}{d}$. Die Inflexion aber erfolgt gerade so, als wenn das Licht durch eine Oeffnung von einem dem Kügelchen gleichen Durchmesser geleitet würde. (Vergl. Art. Dampfbläschen.) Die Bläschen werden im Allgemeinen desto kleiner, je höher die Lufttemperatur ist. Bei mässiger Zunahme des Durchmessers der Bläschen wird der Hof um die Sonne oder den Mond unbemerkbar, da diese Lichtquellen zu ausgedehnt sind, der Hof ihnen zu nahe liegt und bedeutend lichtschwächer ist. Der Durchmesser der Kränze hängt von der Beschaffenheit der Witterung ab. Je anhaltender das schöne Wetter ist, desto grösser ist derselbe, aber vor Regenwetter vergrössern sich die Bläschen sehr schnell und bei veränderlichem Wetter ist der Dunst in verschiedenen Wolken ungleich. Bei Bläschen von sehr ungleicher Grösse können keine Kränze mit verschiedenen Farben entstehen, sondern es zeigt sich nur ein heller Schein.

Aus denselben Ursachen, aus denen die Kränze um Sonne und Mond entstehen, bilden sich auch die Höfe, welche zuweilen um den Schatten des eigenen Kopfes im Nebel gesehen werden. Vergl. Art. Gegensonne. Nach Kämtz werden hier die Lichtstrahlen an den Dunstbläschen, welche den Kopf des Beobachters zunächst umgeben, gebeugt; da sie aber bei ihrem Durchgange durch andere Dunstbläschen, wenn sie durch deren Mittelpunkt gegangen sind, in derselben Richtung theilweise reflectirt werden, so kommen sie in das Auge des Beobachters zurück, der dann um den Kopf in seinem Schatten einen eben solchen

Lichtkranz erblicken muss, wie er um die Sonne sehen müsste, wenn er dieser zugekehrt stände. Daher sieht auch jeder Beobachter nur seinen eigenen Lichtkranz.

Hierher gehört übrigens nicht die Erscheinung, dass man bisweilen bei sehr niedrigem Stande der Sonne den Schatten seines eigenen Kopfes von einem hellen Scheine umgeben sieht, welcher sich besonders über den oberen Theil des Schattens weiter fort erstreckt. Es zeigt sich dies namentlich, wenn der Schatten auf eine bethaute Fläche fällt. Man erblickt dann von den nahe um den Schatten des Hauptes liegenden Thautropfen den Spiegelglanz sowohl von ihrer Oberfläche, als ihrer Rückseite, während die mehr seitwärts gelegenen Thautropfen uns mehr oder weniger ihre dunkle Seite zukehren. Da ferner die oberhalb des Schattens liegenden Thautropfen uns alle die erleuchtete Seite zuwenden, so erblicken wir den Schein um das Haupt nach dieser Richtung ausgedehnt.

B. Grosse Höfe oder Höfe im engern Sinne. Das vollkommene Phänomen ist ein sehr zusammengesetztes. Lowitz hat ein solches am 29. Juni 1790 in Petersburg beobachtet. Die Haupttheile sind folgende: 1) Ein Ring von ungefähr 22 Grad Halbmesser, welcher die Sonne umgiebt, innen roth erscheint und aussen in ein ins Bläuliche gehendes Weiss verläuft. 2) Ein Ring um die Sonne von doppelt so grossem Halbmesser als bei dem vorigen; auch bei ihm ist Roth innen und die Regenbogenfarben pflegen reiner zu sein. 3) Ein weisser, farbenloser horizontaler Kreis, welcher durch die Sonne geht und den ganzen Himmel umgiebt. 4) Auf dem Durchschnitte dieses Kreises mit den ersten stehen gewöhnlich zwei Nebensonnen, die gefärbt sind, der Sonne ihre rothe Seite zukehren und glänzende Schweife haben, welche auf dem Horizontalkreise liegen. 5) Auf dem Horizontalkreise steht der Sonne gegenüber gewöhnlich noch eine Neben- oder Gegensonne, die aber weiss und blass aussieht. 6) Noch zwei Nebensonnen treten bisweilen auf dem Horizontalkreise da auf, wo ihn ein Kreis um die Sonne von 90° Halbmesser schneiden würde. 7) Vertical oberhalb der Sonne sieht man zuweilen einen gegen die Sonne convexen Bogen. 8) Einen ähnlichen Bogen findet man manchmal auch unter der Sonne. 9) Am zweiten Ringe zeigt sich über der Sonne ebenfalls ein convexer Bogen in Regenbogenfarben oft selbst dann, wenn der Ring fehlt. 10) Auch durch die Gegensonne sieht man Bogen gehen und 11) treten am zweiten Ringe seitlich unten bisweilen Berührungsbogen auf.

Bravais unterscheidet: Ring von 22°; Nebensonnen von 22°; schiefe Bögen, die von den Nebensonnen zum Ringe gehen; Berührungsbögen der Ringe von 22°, sowohl oben als unten; elliptischer Ring, umschrieben um den Ring von 22°; Ring von 46°; horizontale Berührungsbögen des Ringes von 46°; seitliche Berührungsbögen des Ringes von 46°; Nebensonnenkreis; Nebensonnen in etwa 45° Abstand

von der Sonne; ungewöhnliche Berührungsbögen des Ringes von 22°; ungewöhnliche Ringe von 5?, 14?, 19?, 28?, 35? und 90? Grad; ungewöhnliche ihnen entsprechende circumzenithale Bögen; weisse Nebensonnen oder Nebengegensonnen in 120° Abstand vom Gestirn; Nebensonnen in etwa 100° Abstand; schiefer Kreis; senkrechte Säulen beim Aufgange oder Untergange; Kreuz an Sonne und Mond; Trugsonnen in Berührung mit der wahren Sonne; Gegensonne und durch sie im Andreaskreuze durchgehende Bögen.

Nach Brandes muss man drei verschiedene Arten von Kreisen unterscheiden: Kreise, welche durch die Sonne gehen; Kreise, welche die Sonne zu ihrem Centrum haben; unvollkommene Kreise, welche die zweite Art berühren.

Im Allgemeinen hängt das Phänomen der grossen Höfe um Sonne und Mond ab von feinen Eiskrystallen, welche alsdann in der Luft schweben. Bei dem weissen Horizontalkreise liegen Eiskrystalle zu Grunde, welche durch Reflexion Sonnenbilder geben, die in ihrem Vereine einen weissen Kreis bilden, welcher in seiner Breite dem Durchmesser der Sonne gleichkommt. — Eine Säule über der Sonne — eigentlich ein Stück eines verticalen Kreises —, bisweilen auch unter der Sonne oder dem Monde erklärt man aus Eisnadeln, deren Kanten horizontal liegen und senkrecht auf der Verticalebene stehen, welche durch die Sonne, das Auge und den Einfallspunkt des Lichtes geht. — Ein durch die Sonne gehendes Kreuz erklärt sich aus dem Vorhandensein der beiden, eben angegebenen Kreise, namentlich wenn man annimmt, dass zu gleicher Zeit lange und kurze Prismen vorhanden sind und zwar jene wegen des horizontalen, diese wegen des verticalen Kreises. — Die Kreise um die Sonne oder den Mond als Centrum weisen wegen ihrer rothen Färbung auf eine Brechung hin. Unter der Annahme von Schnee- und Eiskrystallen, bei denen der Brechungswinkel 60° beträgt, die also eine regelmässig dreiseitige Grundfläche haben, ergiebt sich ein Kreis von 21° 50′. Den Kreis von doppelt so grossem Halbmesser erklärt man verschieden. Venturi nimmt sternförmige Eiskrystalle an und meint, dass die durch eine Zacke gegangenen Lichtstrahlen noch durch eine zweite unter denselben Verhältnissen gingen, so dass eine doppelt so grosse Ablenkung erfolgen müsse. Fraunhofer legt sechsseitige Eisprismen zu Grunde, die in eine sechsseitige Pyramide endigen, in welcher die zwei an der Spitze gegenüberliegenden Flächen einen Neigungswinkel von 88° einschliessen. — Der Kreis von 90° würde Eisprismen bedingen, in denen der eingetretene Strahl eine totale Reflexion erleidet. Vergl. Art. Brechung. A. und Art. Prisma. — Die unvollkommenen Kreise suchte Venturi aus sechsseitigen Eisprismen mit sechsseitigen Pyramidenspitzen, deren Ebenen gegen die zugehörigen Seitenflächen unter 120° Neigung stehen, zu erklären. — Die Nebensonnen und Nebenmonde können nicht aus der vereinten

Wirkung zweier sich schneidender Kreise erklärt werden, da sie nicht immer an den Durchschnittspunkten stehen. Venturi sucht den Grund darin, dass die Brechung in verticalschwebenden Prismen nicht genau in einer gegen die Kanten senkrechten Ebene erfolgt. Der Schweif der Nebensonnen entsteht wahrscheinlich dadurch, dass in der Nähe der die Nebensonne erzeugenden Prismen noch andere sind, welche der zur Bildung einer Nebensonne erforderlichen Stellung nur nahe kommen. Bravais hat (Poggend. Annal. Bd. 69. S. 465 und Ergänzungsband Bd. 72. b. S. 500) die erschöpfendsten theoretischen Untersuchungen über die optischen Erscheinungen, zu welchen die Wolken von Eistheilchen Anlass geben, angestellt; auch ist es ihm gelungen die Erscheinungen wenigstens theilweis durch Experimente nachzuahmen.

Hohlglas oder Concavglas, s. Art. Concavglas.

Hohlmass nennt man ein Mass für Flüssigkeiten und schüttbare Gegenstände. Vergl. Art. Körpermasse.

Hohlprisma ist ein dreiseitiges Prisma, welches hohl ist zur Aufnahme von lichtbrechenden Flüssigkeiten. Man durchbohrt ein dreiseitiges Prisma von Messing durch zwei Seitenflächen, schliesst die Oeffnungen durch Platten von Spiegelglas und füllt die Flüssigkeit durch eine Oeffnung an der einen Basisfläche. Oder man schleift an einem dreiseitigen Glasfläschchen von etwas dicken Wänden zwei Seiten fort, kittet die ebenen Glasplatten auf und füllt die Flüssigkeit durch den mit einem eingeriebenen Glasstöpsel verschliessbaren Flaschenhals ein. Bei Füllung mit Schwefelkohlenstoff kittet man mit Hausenblase; für Wasser braucht man Siegellack.

Hohlspiegel oder Concavspiegel, s. Art. Spiegel.

Hohofen nennt man einen Schachtofen (s. d. Art.), dessen Schacht über 14 bis 60 und mehr Fuss hoch ist. Ist die Höhe des Schachtes über 5 Fuss, aber unter 14 Fuss, so heisst der Schachtofen ein Halbhohofen.

Holoedrisch ist eine Bezeichnung der Grundformen der Krystalle. S. Art. Krystallographie. A.

Homoedrisch, s. Art. Hemiedrisch.

Homöomerien nannte Anaxagoras die gleichartigen Theilchen, aus denen nach ihm die Körper bestehen sollten.

Homöomorph nennt Scheerer die im weiteren Sinne isomorphen Körper, d. h. diejenigen, welche gleiche Krystallgestalt und gleiche Formel, aber ungleiches Atomvolum, oder bei gleicher Form und gleichem Atomvolum ungleiche Formel besitzen. Vergl. Art. Isomorph.

Homogenes oder gleichartiges Licht, s. Art. Heterogenes Licht.

Honigthau oder Mehlthau bezeichnet eine süsse Flüssigkeit, die sich namentlich im Juni und Juli bisweilen auf den Blättern von Pflanzen vorfindet. Da der Honigthau gewöhnlich sich nach einer all-

gemein herrschenden allzufeuchten Witterung einstellt, so glauben die Landleute, dass er aus der Luft herab falle; aber derselbe entquillt der Pflanze in Folge eines krankhaften Zustandes, bei welchem sich eine unverhältnissmässige Menge stickstofffreier Substanz bildet. Feine Regenschauer mit Sonnenschein und schwüler Temperatur befördern die Honigthaubildung; ebenso verstärken Insekten, namentlich die Blattläuse, das Ausschwitzen. Die Entartung der Fruchtkörner ist eine Folge dieser Krankheit.

Hopkin's Apparat dient zum Nachweise der Schwingungsknoten bei Luftsäulen. Eine Glasröhre wird über eine durch Anstreichen zum Schwingen und Tönen gebrachte Glasplatte gehalten und in derselben an einem Faden eine auf einem Metallrähmchen ausgespannte zarte Membran, auf welche feiner Sand gestreut ist und die durch ein untergeschobenes Stäbchen verschieden gestimmt werden kann, auf und nieder bewegt. An den Stellen ist ein Knoten, an welchen der Sand ruhig bleibt.

Horizont oder Gesichtskreis heisst die Kreislinie, in welcher das scheinbare Himmelsgewölbe die Oberfläche der Erde begrenzt, und welche dem Auge des Beobachters überall auf der Erdkugel erscheint, wo nicht die Aussicht durch über die Oberfläche emporragende Gegenstände beschränkt wird. Die durch die Kugelgestalt der Erde bedingte Kreisform erblickt man daher am vollständigsten auf dem Meere und auf hohen Bergen. Der Beobachter steht stets im Mittelpunkte des Horizontes. Die Fläche, welche man als von dem Horizonte begrenzt überschaut, scheint eine Ebene zu sein, ist aber in der That ein Theil der Kugelfläche der Erde, und die Krümmung verschwindet scheinbar, weil das übersehene Stück ein verhältnissmässig kleines Stück der grossen Erdkugelfläche ist. Von einem 100 Fuss über der Erdoberfläche oder genauer über der Meeresfläche liegenden Standpunkte übersieht man ohne Rücksicht auf die Strahlenbrechung einen Kreis von 2,7 Meilen Halbmesser; bei 200′ Höhe von 3,8 Meilen; bei 500′ Höhe von 6 Meilen; bei 2000′ Höhe von 12 Meilen; bei 6000′ Höhe von 21 Meilen; bei 24000′ Höhe und $41^3/_4$ Meilen. Wegen der Eintheilung des Horizontes in Welt- oder Himmelsgegenden vergl. Art. Himmelsgegenden; ebenso sind die hier folgenden Artikel zu beachten.

Horizont, scheinbarer und wahrer. Die Umgrenzung derjenigen Horizontalebene, welche das Auge des Beobachters von dem Standpunkte desselben erblickt, ist der scheinbare Horizont. Legt man durch den Mittelpunkt der Erdkugel eine Ebene parallel mit der genannten Horizontalebene und denkt sich dieselbe bis zum Durchschnitte mit der Himmelssphäre verlängert, so erhält man in dem Durchschnitte einen Kreis, welcher der wahre Horizont genannt wird. Der wahre Horizont halbirt die Himmelssphäre; der scheinbare theilt sie in zwei ungleiche Theile.

Horizontal, wasserrecht oder waagerecht ist die Richtung, welche auf Vertical senkrecht steht.

Horizontalebene heisst die durch den Horizont begrenzte scheinbare Ebene; genauer ist dies diejenige für einen bestimmten Ort der Beobachtung, welche auf der Falllinie, also auf der Lothrechten, für diesen Ort senkrecht steht. Ueberhaupt heisst jede die Falllinie eines Ortes senkrecht schneidende Ebene eine Horizontalebene des Ortes.

Horizontallinie heisst eine in einer Horizontalebene liegende Linie.

Horizontalparallaxe ist der Winkel, welchen die von dem Mittelpunkte der Erde nach einem im scheinbaren Horizonte stehenden Himmelskörper gezogene Linie mit dem wahren Horizonte bildet, oder unter welchem einem Beobachter auf dem Himmelskörper der Erdhalbmesser erscheinen würde. Für den Mond ist dieser Winkel ungefähr 1 Grad. Vergl. Art. Parallaxe.

Horizontalprojection. Wenn man von einem Punkte auf eine Ebene eine Senkrechte fällt, so ist der in der Ebene gelegene Endpunkt der Senkrechten die Projection des Punktes auf die Ebene. Verfährt man ebenso mit allen Punkten einer Linie oder einer Fläche, so erhält man in gleicher Weise die Projection der Linie oder Fläche. Ist die Ebene, auf welche projicirt wird, horizontal, so erhält man Horizontalprojectionen. Grundrisse sind Horizontalprojectionen, Aufrisse hingegen Verticalprojectionen, da bei ihnen die Ebene, auf welche projicirt wird, vertical steht.

Horizontaluhr ist eine Sonnenuhr, welche auf einer horizontalen Ebene verzeichnet ist.

Horizontlinie heisst die gerade Linie, welche man sich von dem Auge eines Beobachters nach dem Horizonte gezogen denkt, die mithin eine Tangente an die Erdkugel ist. Vergl. Art. Depression und Horizont.

Horn nennt man ein musikalisches Instrument, welches aus einer langen, kreisförmig gewundenen Blechröhre, die in einen weiten Schalltrichter endigt, besteht. Das messingene oder silberne Mundstück hat die Form eines Kegels mit schmalem Rande. Das Horn giebt bei immer stärkerem Anblasen die harmonische Tonreihe, jedoch hat auch der Ansatz der Lippen, namentlich ihr Anspannen oder Nachlassen, auf den Ton Einfluss. Da die Reihe der harmonischen Töne mit der diatonischen oder chromatischen Tonleiter nicht rein zusammenfällt, so hilft man sich durch das sogenannte Stopfen, um die betreffenden Töne etwas zu erniedrigen. Ein Horn von bestimmter Röhrenlänge hat einen bestimmten Grundton; um nun dasselbe zu den Tonstücken der verschiedenen Tonarten consonirend zu machen, setzt man Röhrenstücke von verschiedener, den einzelnen Tonarten angepasster Länge ein. Bei dem Klapphorne wird mit Hilfe von Ventilen eine Verlängerung oder Verkürzung

des Rohres erzielt und dadurch die chromatische Tonleiter zu Stande gebracht.

Hornhaspel ist ein Rad an der Welle, bei welchem das Rad durch einen knieförmig gebogenen Ansatz des Wellzapfens vertreten ist. Vergl. Art. Haspel.

Hornhaut, die durchsichtige Haut im Auge. S. Art. Auge.

Hornrad nennt man ein Rad an der Welle, wenn am Umfange des Rades in der Richtung der Radien desselben kurze Sprossen angebracht sind, an denen die Kraft wirkt.

Horopter ist die Linie oder Fläche, auf welcher ein nicht von beiden Augen fixirter Punkt liegen muss, wenn er einfach gesehen werden soll. Bei aufrechter Kopfstellung ist der Horopter eine durch den fixirten Punkt gehende Ebene, welche auf der Visirebene, d. h. auf der durch die beiden Sehaxen gelegten Ebene, und zwar bei jeder Neigung derselben, senkrecht steht, sobald die Sehaxen nahezu oder wirklich parallel gerichtet sind; ebenso ist es bei einer Neigung der Sehaxen von 45° unter dem Horizont, selbst wenn der Convergenzwinkel der Sehaxen beliebig ist; bei anderen Neigungen der Visirebene und anderen — jedoch symmetrischen — Convergenzwinkeln der Sehaxen giebt es aber nur eine Horopterlinie, welche durch den fixirten Punkt geht und in derjenigen verticalen Ebene liegt, welche den Convergenzwinkel halbirt, aber mehr oder minder zur Visirebene geneigt ist, so dass sie bei allen Neigungen der Sehaxen oberhalb 45°, schräg von oben nach unten laufend, sich mit ihrem unteren Ende dem Beobachter nähert, aber bei allen Neigungen der Sehaxen unterhalb 45° mit demselben Ende sich von dem Beobachter entfernt; bei asymmetrischen Convergenzstellungen reducirt sich der Horopter auf einen Punkt, den Fixationspunkt. — Die Horopterfläche ist keine Kugelschaale, wie hier und da angenommen wird. Ein grösster Kreis dieser Kugelschaale sollte durch den fixirten Punkt und die Kreuzungspunkte der Richtungslinien beider Augen gehen. — Aus der Lehre von dem Horopter erklärt sich, warum man gewöhnlich unwillkürlich der Visirebene eine Neigung von 45° unter dem Horizonte giebt, wenn man liest oder mit einer feinen Handarbeit beschäftigt ist, welche vorzugsweise die Augen in Anspruch nimmt. Vergl. Art. Doppeltsehen.

Horror vacui, Abscheu der Natur vor dem leeren Raume, war nach Aristoteles die Ursache des Aufsteigens von Flüssigkeiten im leeren Raume. Vergl. Art. Barometer. S. 70.

Hoyer heisst auch der Rammbär oder Rammklotz bei der Rammmaschine. Derselbe besteht aus einem massiven, mit eisernen Bändern umgebenen, hölzernen Blocke oder aus Gusseisen.

Hühnerblindheit, Nachtblindheit oder Tagsehen ist eine Augenschwäche, die in einer gewissen Unempfindsamkeit der Netzhaut besteht und sich dadurch äussert, dass das Auge nur bei hellem Sonnen-

scheine zu sehen vermag, bei schwachem Lichte dagegen mehr oder weniger blind ist.

Hufeisenmagnet nennt man einen künstlichen in Hufeisenform gebogenen Magnet. S. Art. Magnet.

Humboldtstrom heisst der 1802 von A. v. Humboldt entdeckte peruanische Küstenstrom. Er entsteht aus der antarktischen Driftströmung, welche zwischen 40 bis 50° südl. Br. bei der Insel Chiloe auf die Küste trifft und von da aus theils als Cap Horner Strömung südwärts, theils als peruanische Küstenströmung nordwärts fliesst. Der Humboldtstrom fliesst von Chiloe bis Cap Blanco unmittelbar an der Küste; schon von der Breite Lima's aus wird seine Richtung westlich; mit dem Austritte in das offene Meer breitet er sich aus, schon im Meridian der Galapagos von 10° südl. Br. bis zu 3° nördl. Br.; muthmasslich erst 150° westlich von der peruanischen Küste verliert er seine Selbständigkeit und geht in die allgemeine Aequatorialströmung über. Seine Temperatur liegt unter derjenigen des benachbarten stromfreien Oceans und unter der der untersten Luftschicht. Die über den Golf von Panama wehenden Südwestwinde werden dem Einflusse des Humboldtstromes zugeschrieben; ebenso wird die Ausbeugung des Südostpassats in der Nähe der südamerikanischen Küste durch denselben herbeigeführt, wozu allerdings auch das steile Gebirge mit beiträgt.

Hummocks nennt man die Erhöhungen, welche sich auf den Eisfeldern an den Küsten von Norwegen und Spitzbergen häufig finden und durch übergeschobene grosse Eisstücke oder durch zusammengewehten Schnee entstanden sind. Vergl. Art. Eis. S. 248. Auf dem sibirischen Eismeere nennt man solche Hervorragungen, die oft 80 Fuss Höhe erreichen, Torosse.

Hundstage nennt man die Zeit vom 23. Juli bis 23. August. Mit dem Aufgange des Sirius (Hundssternes) fing bei den Griechen die heisseste Zeit an und daher der Name. Bei uns tritt die grösseste Hitze gewöhnlich bald nach dem 23. Juli ein und hört auch bereits vor dem 23. August meistens auf, hat wenigstens dann schon merklich abgenommen.

Hungerquellen oder Maibrunnen nennt man Quellen, die in Niederungen und nassen Gegenden im Frühlinge (gewöhnlich im Mai) zum Vorschein kommen, einige Monate fliessen und dann versiechen. Wenn sie besonders reichhaltig sind, so gelten sie als Vorzeichen von Misswachs. Man erklärt sie daraus, dass der Boden, wenn er im Frühlinge nach einem schneereichen Winter von Feuchtigkeit durchdrungen ist, das Schneewasser der nächsten Erhöhungen nicht mehr aufnehmen kann. Bringt der Frühling und Sommer überdies viel Regen, so müssen sie dann um so reichhaltiger werden.

Hurricans heissen im Englischen die westindischen Wirbelstürme. Vergl. Art. Sturm.

Huyghen's Versuch bezieht sich auf die doppelte Strahlenbrechung des isländischen Doppelspathes. Legt man auf einen scharf begrenzten Punkt ein Kalkspathrhomboeder und auf dieses ein zweites, so erblickt man nur zwei Bilder des Punktes, wenn die Lage des oberen Rhomboeders so ist, dass die Ebene seines Hauptschnittes mit einer von beiden Schwingungsrichtungen des durch den unteren Krystall gegangenen Strahles parallel ist, während sich in jeder anderen Lage vier Bilder zeigen.

Hyalographie heisst die von Bromeis und Böttger entdeckte Kunst, auf Glasplatten zum Druck sich eignende Zeichnungen einzuätzen.

Hydraulik oder Hydromechanik nennt man bisweilen die Mechanik der flüssigen Körper überhaupt, gewöhnlicher aber nur die Mechanik des Wassers und der übrigen tropfbarflüssigen Körper. Im letzteren Sinne zerfällt die Hydromechanik in die Hydrostatik oder Statik der tropfbarflüssigen Körper und in die Hydrodynamik oder Dynamik ebenderselben. Vergl. die Art. Hydrodynamik und Hydrostatik.

Hydraulische Presse, s. Art. Bramah'sche Presse.

Hydrobathometer, s. Art. Hydrophor.

Hydrodynamik oder Dynamik (s. d. Art.) der tropfbarflüssigen Körper handelt von den Bewegungsgesetzen der tropfbarflüssigen Körper. Das Nähere s. im Art. Ausfluss. A. Vergl. auch Art. Mechanik.

Hydroelectrisch bezeichnet Electricitätserregung durch Flüssigkeiten.

Hydroelectrische Kette heisst jede galvanische Combination, bei der wenigstens ein Glied aus einer Flüssigkeit besteht. Den Gegensatz bildet die Zamboni'sche oder trockene Säule.

Hydroelectrisirmaschine oder Dampfelectrisirmaschine ist eine Erfindung des Engländers Armstrong vom J. 1840. Es sind isolirte auf Glasfüssen ruhende Dampfkessel, welche von Innen geheizt werden, und aus welchen die entwickelten Wasserdämpfe durch eine Verbindung mehrerer Röhren entweichen können. Der ausströmende Dampf und die durch denselben fortgerissenen, bereits in den Röhren condensirten Wassertheilchen sind der geriebene Körper, die Röhren das Reibzeug und der Dampfkessel der Conductor des Reibzeuges. Der Dampf hat gewöhnlich, um eine kräftige Reibung zu erzeugen, eine Spannung von 5 bis 6 Atmosphären. Die Electricität des ausströmenden Dampfes leitet man dadurch ab, dass man in den Dampfstrom eine Reihe von Metallspitzen stellt, welche an einem Messingstabe, der mit der Erde in leitender Verbindung steht, befestigt sind. Der ausströmende Dampf ist positiv, der Kessel negativ electrisch. Diese Maschinen liefern in kurzer Zeit eine sehr grosse Menge von Electricität. Bringt man in das

Kesselwasser Salze, Säuren und Alkalien, so wird die Wirkung geschwächt, weil dadurch die Leitfähigkeit des Wassers erhöht wird. Die Erfindung wurde dadurch herbeigeführt, dass ein Arbeiter einen electrischen Schlag erhielt, als er die eine Hand in den Dampf hielt, der aus einer Spalte im Dampfkessel ausströmte, während er mit der anderen Hand das Ventil berührte.

Hydroextractor ist eine auf dem Principe der Centrifugalkraft beruhende Vorrichtung, um das Auswinden der nassen Zeuge in Kattundruckereien und Bleichen zu ersetzen. Ein cylinderförmiger Kessel mit vielfach durchlöcherten Wänden wird mit grosser Geschwindigkeit um seine Axe gedreht und dabei entweicht in Folge der Centrifugalkraft das Wasser aus dem an die innere Seite der Wände angelegten feuchten Zeuge.

Hydrographie behandelt die geographische Verbreitung des Wassers auf der Erde.

Hydrologie ist die Lehre von den Erscheinungen, welche der tropfbarflüssige Theil der Erde, das Wasser, darbietet.

Hydromechanik, s. Art. Hydraulik.

Hydrometeor nennt man eine Erscheinung, welche durch das in der Atmosphäre befindliche Wasser bedingt ist, z. B. Gewitter, Hagel, Nebel, Regen, Schnee, Thau, Wolken. Die Hydrometeore bilden einen wesentlichen Theil der Meteorologie.

Hydrometer wird stellenweis das Nicholson'sche Aräometer genannt (s. Art. Aräometer. A.); man bezeichnet aber auch so das in England gebräuchliche Aräometer für Flüssigkeiten, welche schwerer als Wasser sind, und welches von Twaddle herrührt. Ein solches Hydrometer besteht, wenn es vollständig ist, aus 6 Instrumenten, deren Scalen aneinander schliessend die specifischen Gewichte von 1 bis 2 nach Tausendsteln umfassen, so dass z. B. $0^0 = 1$; $10^0 = 1{,}050$; $20^0 = 1{,}100$ u. s. f. $190^0 = 1{,}950$ ist. Ausserdem sind in England jetzt noch zum Theil andere Hydrometer als Alkoholometer in Gebrauch, namentlich von Clarke, Jones, Quin, Atkins, Speer Sikes etc. Das Hydrometer von Sikes wird bei Erhebung der Branntweinsteuer benutzt. Diese Instrumente sind von Blech und mit Zulegegewichten versehen, welche auf den Hals derselben gesteckt werden. — Hydrometer nennt man ausserdem die Instrumente, mittelst deren man die Geschwindigkeit des Wassers in grösseren Bächen, Kanälen und Flüssen misst. Das vorzüglichste Hydrometer ist der hydrometrische Flügel von Woltmann. Vergl. Art. Flügel, Woltmann'scher.

Hydrometrie bezeichnet die Lehre vom Wassermessen.

Hydrooxygengasgebläse, s. Art. Knallgasgebläse.

Hydrooxygengasmikroskop, s. Art. Sonnenmikroskop.

Hydrophor nennt Dav. Stevenson von ihm construirte Appa-

rate, um Wasser aus geringeren oder aus grösseren Tiefen des Meeres und der Seen heraufzufördern. Man hat auch vorgeschlagen, diese Apparate Hydrobathophore zu nennen.

Hydrostatik oder Statik tropfbarflüssiger Körper ist derjenige Theil der Hydraulik oder Hydromechanik, welcher von dem Gleichgewichte und Drucke tropfbarer Flüssigkeiten auf ihre eigenen Theile, auf die Gefässwände und auf in ihnen befindliche Körper handelt. Den Gegensatz bildet die Hydrodynamik (s. d. Art.). Vergl. auch Art. Mechanik.

A. Da tropfbare Flüssigkeiten in ihren Theilen nur einen schwachen Zusammenhang besitzen und eine Trennung der Theilchen durch Verschieben leicht bewirkt wird, so kann eine Flüssigkeitsmasse von grösserer Ausdehnung nur dann in Ruhe sein, wenn ihre Oberfläche so gekrümmt ist, als ob sie zu einer Kugel gehörte, deren Halbmesser gleich der Entfernung der Oberfläche von dem Mittelpunkte der Erde sein würde. Denn wäre dies nicht der Fall, so würden die Theilchen durch die Schwerkraft in Bewegung gesetzt und diese Bewegung könnte nicht eher aufhören, als bis alle Theilchen der Oberfläche in gleichem Abstande von dem Erdmittelpunkte wären. Da die Erdkugel einen Halbmesser von über 850 Meilen hat, so ist die Krümmung der Oberfläche einer ruhigen Flüssigkeit nur an grossen Flächen, z. B. bei dem Meere zu erkennen und kleinere Oberflächen kann man, wenn die Flüssigkeit in Ruhe ist, als eben annehmen. Ueber die Oberfläche tropfbarer Flüssigkeiten an den Gefässwänden vergl. Art. Adhäsion.

B. Ist eine tropfbare Flüssigkeit in Ruhe, so erleiden die Theilchen im Innern derselben einen Druck von den darüber liegenden und der Druck nimmt mit der Tiefe unter der Oberfläche zu. Ruhe kann aber im Innern nur herrschen, wenn jedes Theilchen der Flüssigkeit von allen neben liegenden Theilchen ebenso stark gedrückt wird, als es diese selbst drückt. Folglich erleiden alle Theilchen, welche in gleicher Tiefe unter der Oberfläche einer ruhigen Flüssigkeit oder in derselben Horizontalschicht liegen, einen gleichen Druck, welche Gestalt das Gefäss auch haben mag. Es hängt mithin der Druck, welchen die Flüssigkeitstheilchen auf einander ausüben, nur von der Höhe der Flüssigkeitsoberfläche über den betreffenden Theilchen ab. Würde man auf eine Flüssigkeit noch mehr Flüssigkeit bringen, so dass die Oberfläche einen höheren Stand erhält, so erleiden die schon vorher vorhandenen Flüssigkeitstheilchen jetzt einen stärkeren Druck, da sie nun tiefer unter der Oberfläche liegen. Insofern man nun den Druck, welchen die aufgegossene Flüssigkeit ausübt, auch durch eine andere Art des Druckes herbeiführen kann, folgt, dass alle Theilchen unter der Oberfläche einer Flüssigkeit den Druck erleiden, welcher auf die Oberfläche ausgeübt wird, und dass dieser Druck sich nach allen Richtungen durch die ganze Flüssigkeit fortpflanzt. Es beruht auf dem

Letzteren namentlich die Wirkung der Bramah'schen Presse (s. d. Art.); auch tritt diese Wirkung sehr deutlich bei dem Spiele mit dem Cartesianischen Taucher hervor. — Eine Folge davon, dass der Druck mit der Tiefe unter der Oberfläche zunimmt, ist, dass auch die Dichtigkeit der Flüssigkeit mit der Tiefe zunimmt. Ebenso tritt eine Volumenverminderung ein, wenn auf die Oberfläche ein starker Druck ausgeübt wird. Hört dieser Druck auf, so stellt sich das frühere Volumen wieder her. Den Nachweis führt man am besten mittelst des Piezometers (s. d. Art.) von Oersted.

C. Was den Druck der Flüssigkeiten auf die Gefässwände betrifft, so gilt im Allgemeinen Folgendes. Mit Flüssigkeit gefüllte Gefässe haben an jeder Stelle denselben Druck auszuhalten, welchen die daselbst befindlichen Flüssigkeitstheilchen erleiden, wie sich nothwendig ergiebt, wenn man an der Stelle des Gefässes Flüssigkeitstheilchen sich denkt. Der gleich grosse horizontale Boden verschieden gestalteter Gefässe, welche mit derselben Flüssigkeit gleich hoch gefüllt sind, erleidet denselben Druck, und zwar ist derselbe gleich dem Gewichte eines Cylinders oder Prismas aus dieser Flüssigkeit von einer Grundfläche gleich dem Boden und einer Höhe gleich der Entfernung des Bodens von der Oberfläche. Die Real'sche Presse, ebenso der anatomische Heber dienen zur Bestätigung. Da dies Gesetz, insofern der Druck auf dem Boden von der Flüssigkeitsmenge unabhängig ist, paradox klingt, so hat man dasselbe das hydrostatische Paradoxon genannt. — Versteht man bei einem mit Flüssigkeit gefüllten Gefässe unter der Druckhöhe einer Fläche die Tiefe ihres Schwerpunktes unter der Flüssigkeitsoberfläche, so ist der Druck, mit welchem die Flüssigkeit gegen eine ebene Fläche nach irgend einer Richtung drückt, gleich dem Gewichte einer Flüssigkeitssäule, welche zur Basis die Projection der Fläche senkrecht gegen die Richtung des Druckes und zur Höhe die Druckhöhe hat. Diesen Druck erleiden nicht nur die Seitenwände des Gefässes, sondern auch die Flächen von Körpern, welche in eine Flüssigkeit eingetaucht sind. Ebenso ist hiernach der Druck zu berechnen, welchen eine Flüssigkeitsschicht auszuhalten hat. Der Druck auf eine unter dem Winkel α gegen den Horizont geneigte ebene rechteckige Fläche, wenn die Gewichtseinheit der Flüssigkeit $= d$, die Breite der Fläche $= b$ und die Höhe der Flüssigkeit über der unteren horizontalen Seite des Rechtecks $= h$ ist, ergiebt sich hiernach 1) in verticaler Richtung $= d \,.\, b \,.\, \frac{h^2}{2}\, ctg\ \alpha$; 2) in horizontaler $= d \,.\, b \,.\, \frac{h^2}{2}$ und 3) in zu der Fläche senkrechter $= d \,.\, b \,.\, \frac{h^2}{2}\, cosc\ \alpha$. — Aus dem Drucke einer Flüssigkeit auf die Gefässwände folgt, dass ein mit Flüssigkeit gefülltes, an einer Stelle der Seitenwand unter der Oberfläche mit einer Oeffnung versehenes Gefäss durch das Ausströmen

der Flüssigkeit aus dieser Oeffnung das Bestreben erhält, in einer Richtung sich zu bewegen, welche der Ausflussrichtung entgegengesetzt ist. Tritt unter diesen Umständen wirklich Bewegung des Gefässes ein, so sagt man, die Bewegung sei eine Folge der Reaction oder Rückwirkung oder sie sei eine Reactionswirkung. Hierauf gründet sich z. B. das Segner'sche Rad, welches in seiner weiteren Entwickelung auf die Turbinen geführt hat.

D. Wegen des Gleichgewichts der Flüssigkeiten in communicirenden Gefässen vergl. Art. Communicirende Gefässe.

E. Ueber die Erscheinungen an festen Körpern in Flüssigkeiten gilt im Allgemeinen Folgendes. Jeder in irgend eine Flüssigkeit ganz oder theilweise eingetauchte Körper verliert an seinem Gewichte soviel, als die verdrängte Flüssigkeit wiegt. Von der Richtigkeit dieses Gesetzes kann man sich überzeugen, wenn man eine kleine Glasflasche mit Schrotkörnern oder Sand oder dergl. beschwert, so dass sie in einer Flüssigkeit, z. B. in Wasser, untersinkt; sie mit Hilfe eines durch den Pfropfen gehenden Fadens an einer Waagschaale befestigt, und sie nun ganz oder theilweis in ein nicht ganz mit der Flüssigkeit gefülltes Glasgefäss, dessen Gewicht nebst Flüssigkeit vorher bestimmt worden ist, eintauchen lässt. Merkt man sich durch einen umgebundenen Faden, wie hoch die Flüssigkeit beim Eintauchen der Flasche steigt; füllt dann, nachdem die Flasche herausgenommen ist, soviel Flüssigkeit zu, bis die Oberfläche eben so hoch wie vorher steht, und bestimmt wieder das Gewicht; so ist diese Gewichtszunahme dem Gewichtsverluste der Flasche gleich. — Ein in eine Flüssigkeit ganz eingetauchter Körper schwebt in dieser, wenn er gerade so viel wiegt wie eine Flüssigkeitsmenge, welche mit ihm ein gleiches Volumen einnimmt; er sinkt in ihr unter, wenn er mehr wiegt, und steigt in ihr empor, wenn er weniger wiegt. Im letzteren Falle kommt er entweder in einer höheren Flüssigkeitsschicht zum Schweben, oder er gelangt bis zur Oberfläche der Flüssigkeit und schwimmt auf ihr. Auch ein in einer Flüssigkeit untersinkender Körper kann, wenn die Flüssigkeit nur hinreichende Tiefe besitzt, in einer gewissen Tiefe zum Schweben kommen, ohne den Boden des Flüssigkeitsbehälters zu erreichen. Ein schwimmender Körper verdrängt von der Flüssigkeit soviel, als er selbst wiegt. Wenn man die vorher angegebene Flasche angemessen beschwert, so lassen sich mit derselben alle hier aufgeführten Fälle experimentell nachweisen. Zur Erklärung wird Folgendes ausreichen. Nennen wir das Gewicht des Körpers G_k, das der verdrängten Flüssigkeit G_f, so beträgt das Gewicht des eingetauchten Körpers $G_k - G_f$. Ist $G_k = G_f$, so vertritt der Körper die verdrängte Flüssigkeit dem Gewichte nach, also werden die ihn umgebenden Flüssigkeitstheilchen ebenso stark gedrückt, wie es die nun verdrängte Flüssigkeit gethan haben würde, folglich muss der Körper schweben, wenn er ganz eingetaucht ist, oder

schwimmen, wenn er nur theilweis eintaucht. Ist G_k grösser als G_f, so drückt der Körper stärker auf die ihn umgebende Flüssigkeit, als die verdrängte gedrückt haben würde, folglich sinkt der Körper tiefer, und da die Dichtigkeit der Flüssigkeit zunimmt, kann es der Fall sein, dass G_k gleich G_f wird, ehe der Grund erreicht wird. Ist G_k kleiner als G_f, so drückt die den Körper umgebende Flüssigkeit ihn stärker als er selbst diese drückt, da der Druck der umgebenden Flüssigkeit dem gleich ist, welchen die verdrängte ausgeübt haben würde; folglich drückt die umgebende Flüssigkeit den Körper empor und zwar bis zur Oberfläche, wo dann die Bedingungen des Schwimmens eintreten, oder bis zu einer Schicht, in welcher G_f gleich G_k geworden ist. — Wenn G_k kleiner als G_f ist, so nennt man $G_f - G_k$ den Auftrieb.

In Vorstehendem ist nur auf die Stärke des Druckes, nicht aber auf die Richtung desselben Rücksicht genommen. Mit Bezug auf Letzteres ergiebt sich die Stellung der Körper beim Schweben in und beim Schwimmen auf einer Flüssigkeit. Es gilt hier Folgendes. Ein in einer Flüssigkeit schwebender Körper nimmt eine Stellung ein, bei welcher sein Schwerpunkt vertical unter dem Schwerpunkte der verdrängten Flüssigkeit liegt. Liegen beide Schwerpunkte überhaupt nur in derselben Verticalen, so ist der Körper zwar auch in Ruhe, aber die Stellung bei oben liegendem Schwerpunkte des Körpers ist labil, und nur die bei unten liegendem stabil. Ein auf einer Flüssigkeit schwimmender Körper schwimmt stabil, wenn sein Schwerpunkt unter dem Metacentrum (s. d. Art.) liegt, und zwar ist seine Stabilität um so grösser, je tiefer der Schwerpunkt liegt, je grösser das Gewicht des Körpers ist, und je grösser die Abweichung von der Gleichgewichtslage sein kann.

Die unter E. aufgestellten Gesetze hat Archimedes bereits gefunden in Veranlassung der ihm von dem Tyrannen Hiero gestellten Aufgabe, zu entscheiden, ob eine goldene Krone massiv sei oder nicht, ohne dabei die Krone zu beschädigen. Archimedes wurde beim Baden auf den Gewichtsverlust aufmerksam, welchen er im Wasser erlitt, und fand nun das Gewichtsverlustsgesetz überhaupt. Dies Gesetz heisst daher auch das Archimedische Princip.

Von den vielen Erscheinungen, welche sich aus dem Archimedischen Principe erklären lassen, mögen folgende hervorgehoben werden. Ein in einer Flüssigkeit untersinkender Körper kann auf einer schwereren schwimmen. — Ein auf mehreren Flüssigkeiten schwimmender Körper taucht in der leichteren tiefer ein als in der schwereren, so dass man hieran erkennen kann, welche Flüssigkeit die specifisch schwerere ist. Hierauf gründet sich die Aräometrie (s. Art. Aräometer); desgleichen die Ermittelung des specifischen Gewichts fester und tropfbarflüssiger Körper, worüber Art. Gewicht, specifisches, das Nähere enthält. — Die Volumenbestimmung fester Körper lässt sich

durch die Bestimmung des Gewichtsverlustes desselben in irgend einer Flüssigkeit von bekanntem specischen Gewichte ausführen. Ist nämlich das spec. Gewicht der Flüssigkeit s, der Gewichtsverlust des ganz eingetauchten Körpers A Pfund oder a Loth, so ist das Volumen des Körpers $= \frac{A}{s \cdot 61\frac{3}{4}}$ Cubikfuss oder $\frac{a}{s \cdot 1\frac{1}{14}}$ Cubikzoll. Geschah die Abwägung in destillirtem Wasser, so erhält man $\frac{A}{61\frac{3}{4}}$ Cubikfuss oder $\frac{a}{1\frac{1}{14}}$ Cubikzoll; da 1 Cubikfuss Wasser nahe $61\frac{3}{4}$ Npfd. und 1 Cubikzoll $1\frac{1}{14}$ Nlth. wiegt. — Wegen des Schwimmens vergl. noch Art. Schwimmen.

F. In Betreff der luftförmigflüssigen Körper gelten im Allgemeinen dieselben statischen Gesetze wie für tropfbarflüssige. Dies ergiebt sich schon aus Art. Höhenmessung. A. Wegen der Dichtigkeit der Luft in verschiedenen Höhen ist das Mariotte'sche Gesetz (s. d. Art.) massgebend. Auf den Gewichtsverlust der Körper in der Luft gründen sich die Luftballons (s. Art. Luftballon).

Hydrostatische Apparate und Instrumente s. in den näher bezeichnenden Artikeln.

Hydrotachometer oder schlechthin Tachometer sind Hydrometer, d. h. dienen zur Bestimmung der Geschwindigkeit des Wassers in Flüssen u. dergl.

Hydrotechnik heisst die Wasserbaukunst.

Hydrothermometer bildet den Gegensatz zu Atmothermometer (s. d. Art.).

Hyetographische Karte, s. Art. Regenkarten.

Hyetometer bedeutet einen Regenmesser (s. d. Art.), d. h. ein Instrument zur Messung der an einem bestimmten Orte herabfallenden Regenmenge.

Hygroklimax nannte Scannegatty ein Instrument zur Bestimmung des specifischen Gewichtes tropfbarer Flüssigkeiten. Musschenbroek hatte zu diesem Zwecke einen Heber mit einer Ansatzröhre vorgeschlagen, und zwar sollte man dann das specifische Gewicht aus den verschiedenen Höhen berechnen, bis zu welchen verschieden specifische Flüssigkeiten emporsteigen, wenn man in je eine derselben einen Heberschenkel setzt und an der Ansatzröhre saugt, indem sich die specifischen Gewichte umgekehrt wie diese Höhen verhalten. Scannegatty wollte dies verbessern und schlug vor, einen Heber mit mehreren Schenkeln zu nehmen, um gleich mit mehreren Flüssigkeiten experimentiren zu können, alle Schenkel oben in einem messingenen Canale zu vereinigen und in diesem die Luft durch eine Saugluftpumpe zu verdünnen. Dies Instrument nannte er Hygroklimax. Das Musschenbroek'sche Instrument

haben Hare unter dem Namen Litrameter und Mester unter dem Namen Panydrometer später wieder in Vorschlag gebracht. Das Princip ist richtig, aber in der Praxis erhält man nur ungenaue Resultate wegen des Einflusses der Capillarität und weil die Scala sehr fein getheilt sein muss.

Hygrometer, Notiometer, Psychrometer, Feuchtigkeitsmesser ist ein Instrument, um den Feuchtigkeitszustand der atmosphärischen Luft auf vergleichbare Weise anzugeben. Instrumente, welche die Feuchtigkeit der atmosphärischen Luft nur im Allgemeinen anzeigen, nennt man Hygroskope (s. d. Art.).

Die Erdatmosphäre besteht aus einer Luft-(Gas-)Atmosphäre und einer Dampfatmosphäre. Bei allen Untersuchungen, welche den atmosphärischen Druck zu einem Factor haben, ist mithin der Feuchtigkeitsgehalt der Luft zu berücksichtigen und zwar um so mehr, als sowohl der Druck der Luft-, als auch der Dampfatmosphäre von der Temperatur, aber in entgegengesetzter Weise, abhängig ist, indem, wenn in einer Lnftatmosphäre das Thermometer steigt, das Barometer fällt und umgekehrt, hingegen in einer Dampfatmosphäre das Steigen und Fallen des Thermometers mit Steigen und Fallen des Barometers verbunden ist. Die wichtige Frage ist also: Welches Quantum von Feuchtigkeit ist ein bestimmter Raum unter bestimmten Verhältnissen aufzunehmen höchstens fähig, oder welche Expansivkraft erreicht der Dampf unter bestimmten Verhältnissen höchstens. Diese Frage ist zuerst genügend beantwortet worden 1805 von dem Engländer Dalton. Das Nähere enthält Art. Dampf.

Die hygrometrischen Methoden, welche man bisher eingeschlagen hat, reduciren sich auf drei, nämlich auf 1) die chemische, 2) die der Condensation und 3) die des Psychrometers. Bei allen diesen Methoden wird vorausgesetzt, dass eine richtige Tafel über die Spannkräfte des Wasserdampfes beim Sättigungszustande der Luft für alle Temperaturen der Atmosphäre zu Gebote steht, dass die Dichtigkeit des Wasserdampfes gegen Luft unter gleichen Umständen genommen, wenn die Luft mit Dampf gesättigt ist, bekannt ist, und dass man die Dichtigkeit desselben Dampfes, wenn die Luft nicht gesättigt ist, bestimmen kann. Man besitzt besondere zu diesem Behufe zusammengestellte Tabellen; die Art derselben lässt sich ungefähr aus der im Art. Dampf befindlichen Tabelle abnehmen.

1) Die chemische Methode ist ganz exact, aber zu dem gewöhnlichen Gebrauche zu umständlich, weshalb sie besonders nur da zur Anwendung kommt, wo es sich um die Prüfung anderer Hygrometer handelt. Es wird hier genügen, dass Anderson Luft durch Schwefelsäure oder salzsauren Kalk strömen liess und nachher bestimmte, welche Zunahme an Gewicht diese Substanzen durch das Aufsaugen des Wassers erfahren hatten; dass Brunner hierzu eine Glasröhre benutzte, in

welche er mit Schwefelsäure getränkten Asbest gebracht hatte; dass Schmedding ähnlich verfuhr und auch Regnault bei seinen schönen Untersuchungen denselben Weg eingeschlagen hat (vergl. Art. Dampf. S. 178).

2) Die Methode der Condensation gründet sich darauf, dass in einer Luft, welche Wasser im luftförmigen Zustande enthält, bei gleich bleibendem Drucke ein Niederschlag erfolgt, sobald eine Temperaturerniedrigung eintritt bis unter den Punkt, bei welchem die Luft durch die in ihr enthaltene Menge des Wasserdampfes gesättigt ist. Vgl. Art. Dampf. S. 182, z. B. das Anlaufen der Fensterscheiben. Nach mannichfachen früheren Versuchen, z. B. durch die Florentiner Academie, durch den Abt Fontana, durch Le Roy, glückte es Daniell ein brauchbares Instrument herzustellen, welches sich auf das angegebene Princip gründet. Wollaston's Kryophor (s. Art. Kryophor) war bei der Construction besonders von Einfluss gewesen. Es besteht das Daniell'sche Hygrometer aus einer zweimal rechtwinkelig umgebogenen, etwa $1^1/_2$ Linie weiten Glasröhre, so dass der eine Arm kürzer ist als der andere. Jeder Arm endigt in eine dünne Glaskugel von etwa $1^1/_4$ Zoll Durchmesser und der längere schliesst ein kleines Thermometer in sich, dessen Quecksilbergefäss bis in die Mitte der Kugel reicht. Bei der weiteren Herrichtung ist die Kugel an dem kürzeren Arme noch in ein Haarröhrchen ausgezogen und durch die Oeffnung desselben bringt man Schwefeläther in das Innere, so dass die Kugel des längeren Armes etwa zu $^2/_3$ mit demselben gefüllt ist. Hierauf bringt man den Aether zum Kochen und verschliesst, wenn die Aetherdämpfe alle Luft aus dem Innern zu der Oeffnung des Haarröhrchens voraussichtlich herausgetrieben haben, dies mit Siegellack. Jetzt wird ein vorläufiger Versuch, wie er sogleich näher angegeben werden wird, angestellt, glückt derselbe, so wird das Haarröhrchen vor der Glasbläserlampe kurz zugeschmolzen, andernfalls muss jedoch das Röhrchen wieder geöffnet und die Füllung etc. von Neuem vorgenommen werden. Die Kugel des längeren Armes wird in ihrer Mitte mit einer $1^1/_2$ Linie breiten Zone des feinstpolirten Goldes umgeben, die andere Kugel aber mit Mousselin überzogen. Das Instrument bringt man in der Mitte der zwischen beiden Umbiegungen befindlichen Glasröhre auf ein Gestell, wo es in einer federnden Messinghülse gehalten wird, ohne dass das Hin- und Herschieben und das Umdrehen verhindert wäre. An dem Gestelle ist ein mit dem innern Thermometer genau stimmendes Thermometer angebracht. Die Scala braucht bei dem inneren Thermometer nur bis zu dem Siedepunkte des Schwefeläthers, also nur bis 38° C. zu reichen.

Die Beobachtung wird auf folgende Weise ausgeführt. Nachdem man durch Umlegen des Instrumentes oder durch die Handwärme allen Aether in die Kugel des längeren Armes getrieben hat, stellt man es so auf, dass der Goldreifen sich in der Höhe des Auges

befindet, und tröpfelt dann einige Tropfen Schwefeläther auf die mit Mousselin überzogene Kugel. Die durch das Verdunsten dieses Aethers entstehende Kälte condensirt anhaltend und schnell den in der Mousselin-Kugel befindlichen Aetherdampf und bringt dadurch in dem Aether der anderen Kugel ein schnelles Verdunsten und also ein Sinken der Temperatur hervor, welches das innere Thermometer anzeigt. Sobald die Kugel mit dem Goldreifen soweit erkaltet ist, dass sich an dem Goldreifen eine Trübung durch die Condensation des in der Atmosphäre vorhandenen Wasserdampfes bildet, beobachtet man beide Thermometer und findet nun hieraus, dass bei der Temperatur des inneren Thermometers ein Niederschlag des atmosphärischen Wassers oder vollkommene Sättigung der Luft durch Wasserdampf stattfindet, und aus dem äusseren Thermometer erkennt man, wie weit die Temperatur von dieser Sättigungstemperatur entfernt ist. Bezeichnet t die äussere Temperatur, $t_{,}$ die innere und sind e und $e_{,}$ die diesen Temperaturen entsprechenden Expansivkräfte, so giebt $\frac{e_{,}}{e}$ die Sättigungsstufe der Luft an. Besitzt man also die nöthigen Tabellen, so ist der Feuchtigkeitszustand leicht ermittelt. — Die Temperatur des eingeschlossenen Thermometers im Augenblicke der Thaubildung heisst der Thaupunkt.

Man hat viele Abänderungen des Daniell'schen Hygrometers versucht; dieselben sind aber durch die dritte Methode überhaupt unnöthig geworden. Regnault sagt von dem Daniell'schen Hygrometer, dass es in geübten Händen die Temperatur der Bethauung annähernd geben könne, aber auf absolute Genauigkeit sei kein Verlass. Hiervon hat er Veranlassung genommen ein Instrument vorzuschlagen, welches von den Mängeln, die er gerügt hat, frei sein soll, und welches er Condensations-Hygrometer genannt hat. Das Instrument ist indessen minder einfach, weshalb es aus dem bereits angegebenen Grunde genügen wird, anzuführen, dass dabei ein besonderer Aspirator zur Anwendung kommt und die Thermometerbeobachtung durch ein Fernrohr gemacht wird. Im Wesentlichen stimmt übrigens das Instrument mit der von Döbereiner vorgeschlagenen Abänderung.

3) Die Methode des Psychrometers gründet sich darauf, Wasser in der Atmosphäre verdampfen zu lassen und aus der Menge des hierbei von der Atmosphäre aufgenommenen Dampfes auf die Menge des schon vorher in derselben enthaltenen zu schliessen. Bei der Verdunstung des Wassers in der Luft wird nämlich, wenn diese Verdunstung von einer benetzten Thermometerkugel aus geschieht, dieser die zur Herstellung des Dampfes nöthige Wärme entzogen und diese Temperaturveränderung durch das Thermometer angezeigt. Das Thermometer sinkt aber stets nur bis zu einem constanten Punkte, zum Zeichen, dass das

weiter verdunstende Wasser dem Thermometer keine Wärme mehr entzieht, sondern die Verdunstung nun auf Kosten derjenigen Wärme geschieht, welche die zunächst umgebende Luft verliert, während sie sich von der Luftwärme bis zur Verdunstungskälte abkühlt. Aus dem Grade, bis zu welchem das Thermometer sinkt, kann nun die Spannung des in der Luft enthaltenen Wasserdunstes berechnet werden. Hutton hat diese Methode zuerst vorgeschlagen; Leslie suchte sie mittelst seines Differentialthermometers (s. d. Art.) zur Ausführung zu bringen; Ivory stellte zuerst eine Formel für die Berechnung auf; am glücklichsten war August in Berlin 1825 mit seinem Psychrometer.

Das Wesentlichste des Psychrometers (Feuchtigkeitsmesser) besteht in zwei sehr empfindlichen genau übereinstimmenden Thermometern, deren Theilung von — 25° C. bis + 50° C. reicht und so grosse Grade hat, dass jeder wenigstens in 5 gleiche Theile getheilt werden kann, so dass man $^1/_{10}{}^0$ C. noch mit Sicherheit zu bestimmen vermag. Beide Thermometer befinden sich an einem passenden Gestelle in einer Entfernung von einigen Zollen von einander. Die Kugel des einen Thermometers ist mit Mousselin umgeben und wird mit Wasser benetzt. Deshalb bringt man an dem Gestelle ein mit Wasser gefülltes Glasgefäss an und führt von diesem einige baumwollene Fäden zu der umwickelten Kugel. Aus der Temperaturdifferenz lässt sich nun die Temperatur des Thaupunktes berechnen. Im Allgemeinen beträgt die Differenz des nassen und trockenen Thermometers ungefähr die Hälfte der Differenz an dem Daniell'schen Hygrometer; genauer aber rechnet man nach folgenden Formeln. Bezeichnet e die Expansivkraft des Wasserdampfes bei dem Thaupunkte, $e_,$ dieselbe bei der Temperatur des feuchten Thermometers, t die Temperatur der Luft, $t_,$ die Temperatur am feuchten Thermometer, b den Barometerstand, so ist nach August:

$$e = e_, - \frac{0,01244\ (t - t_,)}{28,776}\, b,$$ für engl. Zoll und Grade nach F.

$$e = e_, - \frac{0,252\ (t - t_,)}{324}\, b,$$ für par. Linien und Grade nach C.

$$e = e_, - \frac{0,315\ (t - t_,)}{324}\, b,$$ für par. Linien und Grade nach R.

Ist die Thermometerkugel des feuchten Thermometers mit Eis umgeben, so muss der Coefficient von b noch mit 0,88 multiplicirt werden.

Kämtz giebt folgende Formel: $e = e_, - 0,00080358\ (t - t_,)\, b$, für par. Linien und Grade nach R.

Regnault giebt $e = e_, - 0,0006246\ (t - t_,)\, b$, für par. Linien und Grade nach C.

Die Zahl, welche man erhält, wenn man die zum Thaupunkte gehörige Expansivkraft des atmosphärischen Dampfes (*expansio roralis*) durch die Expansivkraft des Maximums (*expansio maxima*) dividirt, also $p = \frac{exp.\ ror.}{exp.\ max.}$, dient zur Bestimmung für das Gewicht des in einem Cubikraume Luft enthaltenen Wasserdampfes.

Das Psychrometer ist zwar nur ein empirisches Instrument, hat aber den ungetheilten Beifall der Meteorologen erhalten. Auf einen Punkt hat Regnault indessen aufmerksam gemacht, nämlich auf den Einfluss der Geschwindigkeit des Luftstromes. Aus den Untersuchungen desselben folgt, dass die Temperatur um so stärker sinkt, je schneller der dasselbe treffende Luftstrom ist, und die Formeln behalten nur ihre Gültigkeit, so lange die Geschwindigkeit des Windes 5 bis 6 Meter in der Secunde nicht überschreitet. Es dürfte daher nichts weiter übrig bleiben, als in der Formel $e = e, - A(t - t,)b$ den Coefficienten $\dot{A}$ durch vergleichende Versuche für den zur Aufstellung gewählten Ort mit Hilfe der chemischen oder Condensations-Methode zu bestimmen.

Noch ist zu bemerken, dass man nach der berechneten Expansivkraft die absolute Feuchtigkeit beurtheilt, hingegen die relative Feuchtigkeit nach dem Quotienten, welchen man durch Division der berechneten Expansivkraft durch die zur Luftwärme gehörige gewinnt.

Hygrometrie hat zur Aufgabe, die Expansivkraft und Menge des Wasserdampfes zu bestimmen, welcher in einem gegebenen Luftraume zu einer bestimmten Zeit enthalten ist, und anzugeben, wie sich die vorhandene Dampfmenge zu derjenigen verhält, welche unter denselben Umständen in demselben Raume sein könnte. Die zur Lösung dieser Aufgabe erforderlichen Instrumente heissen Hygrometer (s. d. Art.).

Die Resultate der Beobachtung reduciren sich bis jetzt im Allgemeinen auf Folgendes. Die periodischen Veränderungen der Dampfspannung oder der absoluten Feuchtigkeit erfolgen im gleichen Sinne mit der Lufttemperatur, die Dampfsättigung hingegen oder die relative Feuchtigkeit nimmt gerade den umgekehrten Gang. In der täglichen Periode sieht man dies daran, dass die Dampfspannung im Allgemeinen bis zum Nachmittage zunimmt, offenbar weil die Sättigungsfähigkeit der Luft mit der Temperatur wächst. Das Maximum der relativen Feuchtigkeit fällt in der jährlichen Periode auf den Anfang des Winters, das Minimum auf das Ende des Frühlings. Zwischen Sonnenaufgang und Nachmittag nimmt die Sättigungsfähigkeit der Luft vom Winter zum Sommer um ein viel Bedeutenderes zu, als die Dampfsättigung oder der Wasserdampfgehalt. — Auf die relative Feuchtigkeit übt die Breite keinen wesentlichen Einfluss aus, wohl deshalb, weil der Wasserdampf eine selbständige Atmosphäre bildet, die sich nach jeder eingetretenen

Störung stets wieder durch gleichmässige Ausbreitung in das Gleichgewicht zu setzen sucht. — Ein Einfluss der Meereshöhe zeigt sich insofern, als in den kälteren Stunden des Tages die relative Feuchtigkeit nach der Höhe abnimmt, und zwar im Sommer stärker als im Winter; hingegen in den heisseren Stunden des Tages, ausgenommen die kältesten Wintermonate, zunimmt. Sowohl die täglichen, als auch die jährlichen Veränderungen werden mit der Höhe geringer. — Die maritime oder continentale Lage übt auf die jährliche Periode der Dampfspannung einen entschiedenen Einfluss aus. In der Mitte des Sommers ist dieselbe, unabhängig von der Lage, überall fast ganz gleich, weil die Wasserdämpfe, welche vom Meeresspiegel aufsteigen, sich gleichmässig über die Flächen des Festlandes ausbreiten, so lange deren höhere Temperatur einen dauernden Niederschlag verhindert. In der Mitte des Winters hingegen nimmt die Dampfspannung von den Küsten nach dem Innern der Continente ab. Die winterliche Abkühlung des Festlandes ist nämlich so gross, dass ein grosser Theil des Wasserdampfes condensirt wird; dies condensirte Wasser kehrt aber nicht als Dampf durch die Atmosphäre zur Meeresfläche, wovon es herkam, zurück, sondern als tropfbare Flüssigkeit; es scheidet sich also aus der Atmosphäre aus und ist für das Hygrometer gar nicht vorhanden. — Der Gegensatz trockener und feuchter Klimate gründet sich viel mehr auf die Dampfsättigung, als auf die Dampfspannung; die nordamerikanischen Freistaaten zeichnen sich z. B. durch geringe Luftfeuchtigkeit aus, obgleich dies an der Dampfspannung nicht zu merken ist. — Ein Einfluss der Windesrichtung auf die Feuchtigkeit ist entschieden zu erkennen. Winde, die einen vergleichsweise längeren Weg über Wasserspiegel oder über Landflächen genommen haben, bilden Gegensätze der Feuchtigkeit und Trockenheit, desgleichen Winde, welche von einem wärmeren oder kälteren Orte herkommen. Es kommt nämlich darauf an, ob der Luft mehr oder weniger Wasser dargeboten wurde und wie sehr ihre Temperatur dessen Verdampfung begünstigt. Am schroffsten tritt dies hervor an tropischen Küsten und im Gebiete der Mussone, weil da See- und Landwinde, Aequatorial- und Polarströme am regelmässigsten wechseln und sich am grossartigsten entwickeln. Ausserhalb der Tropen machen sich locale Verhältnisse geltend und daher verwischt sich hier mehr der Gegensatz zwischen dem Aequatorial- und dem Polarstrome, der nach dem Dove'schen Drehungsgesetze auftreten sollte. Leider sind bis jetzt nur für wenige Orte die hygrometrischen Werthe der verschiedenen Windrichtungen berechnet; für London, Halle an der Saale, Mühlhausen am Eichsfelde und Arys in Ostpreussen ist dies geschehen und die atmische Windrose bekannt. — Einzelne Winde zeichnen sich durch ihre ausserordentliche Trockenheit aus, z. B. der Samum, der Sirocco etc.

Hygroskop, Feuchtigkeitsanzeiger, ist ein Instrument,

welches die Zu- oder Abnahme der Feuchtigkeit in der atmosphärischen Luft nur im Allgemeinen anzeigt und nicht wie ein Hygrometer auf vergleichbare Weise angiebt. Deshalb sind die Hygroskope jetzt, wo man mit den Hygrometern den eigentlichen Zweck der Messung vollständig erreicht, ganz bedeutungslos und nur noch von historischem Interesse. — Der italienische Arzt Morgagni soll zuerst den Gedanken zu verwirklichen gesucht haben, hygroskopische (s. d. Art.) Substanzen zu benutzen, um die Grösse der atmosphärischen Feuchtigkeit zu ermitteln. Man hat sich des Bartes am Saamenkorne des Storchschnabel (*Erodium cicutarium*, besser *Geranium moschatum* und *malacoides* oder *Pelargonium triste*), der Blüthen von *Carlina acaulis*, der Granne des wilden Hafers (*Avena fatua*) bedient; ausserdem zeichnen sich als besonders hygroskopisch in dem Pflanzenreiche aus: *Stipa pennata*, *Arundo phragmites*, *Andropogon contortus*, *Alga marina*, *Mnium hygrometricum*; einen besonderen Ruf hat die Rose von Jericho oder Marienrose (*Anastatica hiorochuntica*) erhalten. Aus dem Thierreiche hat man Darmsaiten zur Verwendung gebracht. Hierauf gründet sich namentlich das bekannte Häuschen mit zwei Puppen, die ihre Stellung je nach der Feuchtigkeit ändern, das sogenannte Saitenhygroskop oder holländische Hygroskop. Auch einen Schwamm, der an einem Waagebalken mit einem Gegengewichte hing, hat man benutzt. Goldschlägerhäutchen, Holz, Federspulen, Elfenbein, Coconfaden, Rattenblasen etc. sind noch zu nennen, wie denn überhaupt kein Stoff unversucht blieb, da man auch zu unorganischen Körpern griff, z. B. Schwefelsäure, Salz, gewisse Schiefersteine etc. Die meiste Anerkennung haben die Hygroskope von de Luc und von Saussure erhalten, von denen jenes einen etwa $^1/_2$ Linie breiten und etwa 8 Zoll langen Streifen Fischbein, welcher von einem platten Kieferstücke vermittelst eines eigenen Hobels nach der Richtung der Querfibern abgeschnitten war, als hygroskopische Substanz enthielt, dieses ein Menschenhaar von etwa 10 Zoll Länge. Das Haar war mit mässiger Spannung um die Axe eines Zeigers geschlungen und durch ein Gegengewicht in dieser Spannung erhalten. Aehnlich war das Fischbeinhygroskop eingerichtet.

Hygroskopisch nennt man einen Stoff, welcher rasch und reichlich und zugleich nach einem mit der Feuchtigkeit der Luft gleichmässig veränderlichen Verhältnisse Wasserdampf absorbirt und in Folge davon seine Form, oder sein Volumen, oder sein Gewicht verändert. Beispiele s. im Art. Hygroskop.

Hypomochlium heisst der Drehpunkt eines Hebels.

Hypothese, Vermuthung, bezeichnet in der Physik eine Annahme, zu welcher man seine Zuflucht nimmt, wenn man über die inneren Ursachen einer Naturerscheinung, über das Wesen der dieselbe bedingenden Kräfte keinen anderweitigen Aufschluss gewinnen kann.

Bei der Erklärung eines Naturgesetzes kann es kommen, dass die zu erklärende Erscheinung auf einer anderen Erscheinung beruht. Dann ist die Aufgabe, diese hier zu Grunde liegende Erscheinung erst zu erklären. Nun wäre es möglich, dass es sich mit dieser Erscheinung wieder ebenso verhielte und man auf eine Reihe von Erscheinungen stiesse, von denen jede aus der vorhergehenden sich als nothwendige Folge herausstellte. Wie dem auch sei, zuletzt wird man immer auf eine Erscheinung kommen, welche man auf keine andere zurückzuführen vermag, und dann bleibt nur übrig diese letzte Erscheinung aus einer angenommenen, hypothetischen Ursache zu erklären, die sinnlich nicht mehr wahrnehmbar ist, sondern nur durch ihre Wirkung erkannt wird. Diese letzten Ursachen nennt man Naturkräfte oder Kräfte schlechthin. Die Erscheinungen, welche nur aus der Wirkung solcher Kräfte unmittelbar erklärbar sind, werden somit Fundamentalerscheinungen sein. Sie drücken nichts weiter aus als die Gesetze, nach welchen die sonst unbekannten Kräfte wirken. Die übrigen Naturerscheinungen müssen sich aus den Fundamentalerscheinungen durch folgerechte Schlüsse ableiten lassen, und so führt uns die Untersuchung einerseits rückwärts zu den zu Grunde liegenden Kräften, andererseits vorwärts zu neuen Erscheinungen. Bestätigt in letzterem Falle die Erfahrung das Ergebniss der Folgerungen auch nur in einem einzigen Falle nicht, so muss ein Irrthum in der Fundamentalerscheinung vorliegen und die Annahme, die Hypothese, falsch sein, welche derselben zu Grunde liegen soll. Die rückschreitende Untersuchung ist dann von Neuem aufzunehmen und eine andere Annahme, Hypothese, über die bedingende Kraft wird die nothwendige Folge sein. Manche Hypothese hat schon im Laufe der Zeit sich so bewährt, dass man behaupten kann, in ihr die Wahrheit getroffen zu haben. Der *horror vacui*, d. h. der Abscheu der Natur vor dem leeren Raume war eine Hypothese, um das Aufsteigen des Wassers in der Saugpumpe zu erklären; dieselbe bewährte sich nicht (s. Art. Barometer) und man erklärt jetzt die Erscheinung aus dem Drucke der Luft, diesen aus der ihren Theilen beiwohnenden Schwerkraft. Ueber das Wesen des Lichtes waren lange Zeit die Emanations- und Vibrationshypothese mit einander in Streit, bis endlich die letztere siegte. Der Stoss, welchen Newton zu seiner Erklärung der Planetenbewegung nöthig hatte, ist eine Hypothese etc.

Hypsalograph heisst ein Instrument, welches die Höhe des Meeres bei der Ebbe und Fluth aufschreibt.

Hypsometrie bedeutet Höhenmessung (s. d. Art.).

I.

Jahr bezeichnet im Allgemeinen die Zeit, binnen welcher die Erde ihre Bahn um die Sonne zurücklegt, oder die Sonne wieder zu derselben Stelle am Himmel zurückkehrt. — Die Zeit, welche zwischen zwei Frühlings-Tag- und Nachtgleichen, oder zwischen zwei Herbst-Tag- und Nachtgleichen, oder zwischen zwei längsten, oder zwischen zwei kürzesten Tagen vergeht, nennt man ein tropisches Sonnenjahr und dies beträgt 365 mittlere Sonnentage 5 Stunden 48 Minuten und 47,81 Sec. oder 365,24222 mittlere Tage. — Der Zeitraum, welcher vergeht, bis von der Sonne aus gesehen die Erde wieder bei demselben Fixsterne steht, oder von der Erde aus die Sonne wieder dieselbe Stellung gegen die Sterne einnimmt, heisst das siderische Sonnenjahr und dies beträgt 365 mittlere Sonnentage 6 Stunden 9 Minuten und 10,75 Sec. oder 365,25637 mittlere Tage. Der Unterschied der beiden Jahre ist durch das Fortrücken des Nachtgleichepunktes begründet, indem die Fixsterne der Sonne jährlich um 50,1 Raumsecunden entgegen rücken. — Die Zeit, welche die Erde braucht, um zu derselben Stelle ihrer elliptischen Bahn zurückzukehren, heisst das anomalistische Jahr und beträgt 365 mittlere Sonnentage 6 St. 14 Min. und 22,75 Secunden. — Platonisches Jahr nennt man die Periode von etwa 25812 Jahren, in welcher der Frühlingspunkt alle Zeichen des Thierkreises durchlaufen haben wird. — Wegen des Kalenderjahres und Schaltjahres vergl. Art. Schaltjahr, ebenso wegen des Mondenjahres Art. Mondenjahr.

Jahrescurve nennt man diejenige krumme Linie, welche man durch graphische Darstellung bei Eintragung aller Tagesmittel für ein Jahr erhält, sobald man die aufeinander folgenden Punkte verbindet. Man zieht 365 gleichweit von einander abstehende Linien, welche die einzelnen Tage vorstellen, schneidet diese senkrecht, z. B. durch Linien, welche eine Thermometerscala repräsentiren, und bezeichnet nun für jeden Tag die mittlere Temperatur da, wo die betreffende Gradlinie die Taglinie schneidet.

Jahresisothermen, s. Art. Isothermen.

Jahresmittel ist der mittlere Werth aus den Monatsmitteln, während diese aus den Tagesmitteln berechnet werden. Es kommen diese Mittel namentlich in der Meteorologie in Betracht, z. B. bei der Temperatur, bei dem Barometerstande, bei der Feuchtigkeit etc.

Jahrestemperaturen
Jahreswärme } s. Art. Isothermen.

Jahreszeiten heissen diejenigen Abwechselungen im Laufe eines Jahres, welche sich durch verschiedene Länge des Tages, verschiedene Temperatur und alle die hiermit zusammenhängenden Naturerscheinungen,

als Eis, Schnee, Regen, Wind, Grünen, Blühen, Fruchttragen und Entlaubung der Gewächse unterscheiden. Die Namen dieser Jahreszeiten sind bekanntlich: Frühling, Sommer, Herbst und Winter. Die Verschiedenheit der Jahreszeiten wird namentlich durch die Verhältnisse der Wärmestrahlung bedingt.

In der Meteorologie bezeichnen die Jahreszeiten einen anderen Zeitraum als die astronomischen Jahreszeiten. Gewöhnlich lässt man den meteorologischen Winter auf der nördlichen Halbkugel mit dem 1. December beginnen und mit dem letzten Februar enden; der Frühling umfasst März bis Mai; der Sommer Juni bis August; der Herbst September bis November. Die Engländer halten sich leider nicht hieran und rechnen den Winter vom 1. Januar bis zum letzten März u. s. f., mithin von den astronomischen und sonst gewöhnlichen meteorologischen Jahreszeiten abweichend. Für die heisse Zone verlieren die Jahreszeiten die aus den Verhältnissen der gemässigten Zone hergenommene Bedeutung; für die gemässigte Zone der südlichen Halbkugel ist dieselbe natürlich umgekehrt. — Der astronomische Frühling beginnt mit der Erhebung der Sonne über den Aequator des Himmels, also auf der nördlichen Halbkugel in der Zeit des 20. bis 21. März nach dem Gregorianischen Kalender. Dieselbe Zeit ist für die südliche Halbkugel der Beginn des Herbstes. Der Sommer beginnt mit dem längsten Tage, an welchem die Sonne ihre höchste Stellung erlangt, also auf der nördlichen Halbkugel in der Zeit des 21. bis 22. Juni. Dieser Zeit entspricht auf der südlichen Halbkugel der Winter. Der Sommer, resp. Winter, endet mit der Zeit vom 22. bis 23. September, wo die Sonne wieder durch den Himmelsäquator geht, und es beginnt der Herbst auf der nördlichen und der Frühling auf der südlichen Halbkugel. Der Winter beginnt mit dem niedrigsten Stande der Sonne, also auf der nördlichen Halbkugel in der Zeit vom 21. bis 22. December. Auf der südlichen Halbkugel ist dies der Anfang des Sommers. Die Länge des tropischen Jahres (s. Art. Jahr) und die dadurch bedingten Einschaltungen sind der Grund, warum die astronomischen Jahreszeiten nicht immer mit demselben Tage beginnen und schliessen.

Identisch bezeichnet völlige Uebereinstimmung in den Bestimmungsstücken, so dass eine Grösse an Stelle der mit ihr identischen gesetzt werden kann, z. B. identische Netzhautstellen im Auge, vergl. Art. Sehen.

Idioelectrisch nannte man früher diejenigen Körper, welche durch Reiben in den electrischen Zustand versetzt werden konnten, ohne dass dabei besondere Vorkehrungen (Isolirungen) nöthig waren. Vergl. Art. Electricität und zwar den Anfang des Abschnittes über Reibungselectricität, desgl. Art. Anelectrisch.

Idiopsie ist dasselbe, wie Achrupsie (s. d. Art.).

Idiotypie nennt Wackenroder eine unter gewissen Bedingungen

eintretende Gleichförmigkeit in der besonderen Gestaltung mancher unkrystallinischen organischen Körper.

Ikonograph heisst ein von J. Lohse erfundener Apparat, der die Stelle des Storchschnabels (s. d. Art.) vertreten soll. Er besteht aus einer verticalen, in irgend einem aliquoten Theile derselben nach allen Seiten hebelartig drehbaren, an beiden Enden mit beweglichen Stiften versehenen Röhre. Der obere Stift wird auf den Umrissen einer Zeichnung hingeführt, die dann der untere sogleich, z. B. auf einen Stein, verkehrt aufträgt.

Imaginär wird in der Physik gebraucht, um etwas nur scheinbar, nicht wirklich Eintretendes zu bezeichnen; z. B. der Brennpunkt eines convexen Spiegels oder einer concaven Linse ist nur ein imaginärer, weil die Strahlen sich nicht wirklich in diesem Punkte vereinigen, sondern nur aus demselben kommen, als ob sie da vereinigt wären.

Imponderabilien oder unwägbare Stoffe nennt man hypothetisch angenommene materielle Grundlagen zur Erklärung der Erscheinungen, welche das Licht, die Wärme, die Electricität und der Magnetismus zeigen. Sie stehen im Gegensatze zu den ponderabeln oder wägbaren Stoffen der Körper, es fehlt ihnen aber nicht blos die Wägbarkeit, sondern auch die Sichtbarkeit und Absperrbarkeit, so dass sie des Letzteren wegen auch untastbare Stoffe heissen; dagegen besitzen sie die vollkommenste Beweglichkeit ihrer Theile und den höchsten Grad der Expansibilität. Auf dem jetzigen Standpunkte der Physik dürfte es nicht mehr zu rechtfertigen sein, einen besondern imponderabeln Lichtstoff und Wärmestoff oder eine besondere derartige electrische und magnetische Materie anzunehmen, sondern der Aether (s. d. Art.) scheint vollständig auszureichen, um allein in seinen verschiedenen Bewegungsformen die Rolle jener Stoffe vertreten zu können, wie dies in Bezug auf die Lichterscheinungen vollständig erwiesen ist, und in Bezug auf die übrigen immer wahrscheinlicher wird.

Inclination oder Neigung der Magnetnadel heisst der Winkel, welchen eine Magnetnadel, die sich in der Ebene des magnetischen Meridians frei um ihren, vor dem Magnetisiren bestimmten Schwerpunkt bewegen kann, mit dem Horizonte macht. Näheres im Art. Neigung der Magnetnadel.

Inclinationsnadel, s. Art. Inclinatorium.

Inclinatorium oder Inclinationsnadel ist ein Instrument zur Beobachtung und zur Messung der Neigung der Magnetnadel. Handelt es sich nur darum, die Erscheinung zur Anschauung zu bringen, über welche Art. Neigung der Magnetnadel das Nähere angiebt, die aber auch schon Art. Inclination kurz charakterisirt, so genügt es, in einen messingenen Rahmen, welcher der Scheere einer Krämerwaage ähnlich und an einem ungedrehten Seidenfaden aufgehängt ist, eine Magnetnadel mit horizontaler Axe, die in dem vor dem Magnetisiren der

Nadel genau ermittelten Schwerpunkte angebracht ist, einzulegen, so dass sich dieselbe mithin nur in einer verticalen Ebene drehen kann. Eine solche Nadel stellt sich, da sie sich sowohl horizontal um den Faden, als vertical um ihre Axe drehen kann, so, dass ihre Richtungslinie in den magnetischen Meridian trifft, und ausserdem neigt sie sich mit dem betreffenden Pole, also in unseren Gegenden mit dem Nordpole, gegen den Horizont. Der Winkel, welchen diese Nadel mit dem Horizonte bildet, heisst der Inclinations- oder Neigungswinkel des betreffenden Ortes. — Soll die Grösse des Neigungswinkels mit aller Schärfe bestimmt werden, so reicht der vorstehend beschriebene Apparat nicht aus. Ein hierzu geeignetes Instrument zu construiren hat seine grossen Schwierigkeiten. Im Allgemeinen besteht dasselbe aus Folgendem. Auf einem mit Stellschrauben versehenen Dreifusse ruht ein Horizontalkreis, auf welchem wieder eine um den Mittelpunkt desselben drehbare Platte liegt. Diese Platte trägt zwei Säulen, die ihrerseits einen Verticalkreis halten, und ausserdem einen Rahmen, auf welchem die Inclinationsnadel ruht und zwar so, dass ihre horizontale Axe genau in dem Mittelpunkte des Verticalkreises liegt und auf dessen Ebene senkrecht steht. Den Horizontalkreis wirklich mittelst der Stellschrauben horizontal zu stellen, dient eine auf der Platte angebrachte Libelle. Beim Gebrauche sucht man zunächst den magnetischen Meridian. Dies erreicht man dadurch, dass man die Platte auf dem Horizontalkreise so lange dreht, bis die Nadel vollkommen vertical steht. Dann befindet sich der Verticalkreis in einer Stellung, die genau senkrecht zu dem magnetischen Meridiane ist, so dass man jetzt den Verticalkreis über dem Horizontalkreise nur um 90⁰ zu drehen braucht. Der Winkel, welchen nun die Nadel mit dem Horizonte bildet, ist der Inclinationswinkel. — Es ist hierbei indessen zu bemerken, dass es unmöglich ist, die Axe der Nadel genau mit der geometrischen Axe zusammenfallend zu machen. Um den hieraus entspringenden Fehler zu corrigiren, macht man stets zwei Beobachtungen, indem man die Nadel umlegt, so dass die Axenenden ihre Unterlagen vertauschen. Ein zweiter Fehler entspringt daraus, dass es ebenfalls unmöglich ist, die Drehungsaxe der Nadel genau in dem Schwerpunkte derselben anzubringen. Um diesen Fehler zu corrigiren, muss man wieder zwei Beobachtungen machen und zwar insofern, als man die beiden vorigen mit ummagnetisirter Nadel wiederholt, d. h. dass man durch Streichen mit einem Magnete den Nordpole zum Südpole macht. — Schon aus diesen Andeutungen geht hervor, dass die Abmessungen der Inclination nicht die gewünschte Zuverlässigkeit bieten, selbst wenn das Inclinatorium sonst mit der grössten Genauigkeit hergestellt ist. Vergl. überdies Art. Inductions-Inclinatorium.

Inclinometer nennt Gillespie ein von ihm angegebenes Instrument zum Nivelliren bei Drainirungs- und Strassenarbeiten.

Incoercibel als Gegensatz von coercibel bedeutet, dass ein luft-

förmig flüssiger Körper nicht tropfbarflüssig dargestellt werden kann. Man nennt solche Stoffe gewöhnlich permanent (s. Art. Coercibel). Hier und da braucht man das Wort incoercibel auch, um die Eigenschaft der Unabsperrbarkeit, welche den sogenannten Imponderabilien (s. d. Art.) zukommt, zu bezeichnen. Es werden daher die Imponderabilien auch wohl Incoercibilien genannt.

Incrustation nennt man den Absatz einer festen Kruste auf dem Boden von Gefässen, in denen Wasser verdampft wird. Dieselbe bildet sich durch das Ausscheiden der im Wasser aufgelösten festen Substanzen. Der Kesselstein ist eine solche Incrustation.

Incrustiren bedeutet eine feste Kruste durch Absatz fester Substanzen bilden, die in einer Flüssigkeit aufgelöst waren. S. Art. Incrustation. Manche Quellwasser incrustiren die in sie getauchten Gegenstände, z. B. der Carlsbader Sprudel.

Index ist ein Zeiger an Messapparaten.

Indianersommer nennt man in Nordamerika die Zeit beständig heiteren und milden Wetters, die im September und October der Hitze, den Gewittern und Regengüssen der vorhergehenden Monate folgt. In Frankreich heisst diese Zeit der St. Mauritiussommer, in Deutschland der Nachsommer.

Indicator, Anzeiger, ist ein Apparat, der mit dem Cylinder einer Dampfmaschine in Verbindung gesetzt, graphisch die in jedem Augenblicke vorhandene Dampfspannung darstellt. Er bietet ein Mittel, die Leistung und die Aenderungen des Ganges der Maschine zu prüfen und dauernd zu controliren.

Indifferent soviel als gleichgültig oder keine Wirkung äussernd, z. B. indifferentes Gleichgewicht, wenn ein Körper in seinem Schwerpunkte unterstützt ist und daher in jeder Lage in Ruhe bleibt, d. h. die Schwerkraft keine Wirkung äussert.

Indifferenz bedeutet (s. Art. Indifferent) Wirkungslosigkeit. S. d. folgenden Artikel.

Indifferenzkreis ist ein gegen den Magnetismus indifferenter Kreis an einer eisernen Kugel, der man eine Declinationsnadel nähert. Dieser Kreis ist von Nord nach Süd geneigt, in der Richtung des magnetischen Meridians, und bildet mit dem Horizonte einen Winkel, welcher dem Complement der magnetischen Neigung gleich ist.

Indifferenzlinie ist die neutrale, wirkungslose Zone eines Magnets, welche die südpolarische und nordpolarische Hälfte scheidet.

Indifferenzpunkt heisst der indifferente Punkt auf der Axe eines Magnets.

Inducirter Strom, s. Art. Inductionsstrom und Induction.

Induction, s. Art. Inductive Methode.

Induction (Erregung), electrische nennt man die Erregung electrischer Ströme in einem geschlossenen sowohl starren, als auch —

wie Faraday an Quecksilber und geschmolzenen Metallen nachgewiesen hat — tropfbarflüssigen Leitern durch andere electrische Ströme oder durch Magnete oder auch durch den Einfluss des Erdmagnetismus. Derartig erregte electrische Ströme nennt man Inductionsströme oder inducirte Ströme. Die Erscheinung ist im Grunde übereinstimmend mit der electrischen Vertheilung bei der Reibungselectricität (s. Art. Electricität), aber Faraday, welcher 1831 zuerst die Inductionsströme nachwies, bezeichnete die Erscheinung nicht als Vertheilung, sondern belegte sie mit dem Namen Induction, der sich eingebürgert hat.

A. Um den Inductionsstrom nachzuweisen, bedient man sich einer sogenannten Inductionsrolle. Ueber einen Cylinder von Holz oder Pappe wickelt man gleichzeitig zwei mit Seide übersponnene Kupferdrähte, so dass der eine stets neben dem anderen läuft; jeder Draht hat 50 und noch mehr Fuss Länge und nachdem eine Schicht gewickelt ist, wickelt man über diese rückwärtsgehend eine zweite, über diese eine dritte u. s. f.; es ist zweckmässig, die Drähte mit verschiedenfarbiger Seide zu überspinnen, um sie besser unterscheiden zu können. Oder man wickelt auf den Cylinder zuerst einen stärkeren mit Seide übersponnenen Kupferdraht und über diesen einen feineren ebenfalls mit Seide übersponnenen in zahlreichen Windungen. In beiden Fällen bleiben die Drahtenden frei hervorragend. Verbindet man nun die beiden Enden des einen Drahtes der ersten Rolle oder die Enden des feineren Drahtes der zweiten Rolle mit einem Galvanometer (s. d. Art.), während man den anderen Draht zur Schliessung einer starken galvanischen Säule benutzt, so zeigt sich in dem Momente der Schliessung an dem Galvanometer die Wirkung eines den Nebendraht in entgegengesetzter Richtung durchlaufenden Stromes, in dem Momente der Oeffnung des Schliessungsdrahtes hingegen die eines gleichlaufenden Stromes. Die Wirkung der inducirten Ströme ist jedoch nur momentan, als ob die Drähte von der Electricität durchblitzt würden. Man kann sich den Vorgang so vorstellen, als ob eine von Theilchen zu Theilchen stattfindende Trennung und Wiederverbindung der beiden entgegengesetzten Electricitäten im inducirten Drahte durch den electrischen Strom des inducirenden Drahtes veranlasst werde.

Den ursprünglichen electrischen Strom, also den inducirenden, nennt man gewöhnlich den primären, den anderen, also den inducirten, den secundären.

Lässt man die Säule geschlossen, zweigt aber — ohne den Strom zu unterbrechen — ein oder einige Elemente ab, d. h. verstärkt oder schwächt man den primären Strom, so entsteht durch die Verstärkung ein secundärer Strom wie bei dem Schliessen und durch die Schwächung ein solcher wie bei dem Oeffnen des Stromes. Ebenso wirkt eine blosse Annäherung der beiden geschlossenen Drähte an einander wie das

Schliessen, und eine Entfernung wie das Oeffnen des Stromes. Dies Letztere zeigt sich z. B., wenn man einen einfachen Draht auf einen Cylinder mit weiter Oeffnung wickelt und in diesen einen zweiten dünneren, ebenfalls mit einfachem Drahte bewickelten steckt oder herauszieht, während der eine Draht als primärer, der andere als secundärer Strom eingerichtet ist.

B. Auch der Schliessungsdraht einer Verstärkungsflasche oder Batterie erzeugt in benachbarten Leitern einen Strom. Die beiden Drähte werden dann auf platten Scheiben spiralförmig und isolirt befestigt; die eine Platte dient zur Erregung des primären, die andere des secundären Stromes, und beide werden einander mehr oder weniger nahe parallel aufgestellt.

C. Da man einen Magnet als einen von einem electrischen Strome umkreisten Körper (— Solenoid — vergl. Art. Electrodynamik. B.) ansehen kann, so liegt der Gedanke nahe, einen Magnet als electrischen Strom zu benutzen und durch ihn inducirte Ströme hervorzurufen. Der Magnet wirkt in der That in der erwarteten, der Ampère'schen Regel (s. Art. Electrodynamik. B.) entsprechenden Weise. — Um sich hiervon zu überzeugen, schiebe man möglichst schnell einen Magnetstab in eine einfache, mit dem Galvanometer in Verbindung stehende Inductionsrolle. Beim Hineinschieben schlägt dann die Galvanometernadel nach der einen Seite aus und kommt bald zur Ruhe; beim schnellen Herausziehen folgt ein Ausschlag nach der entgegengesetzten Seite.

Hiermit steht Folgendes in nothwendiger Verbindung. Da weiches Eisen in der Nähe eines Magnets polarisch wird, so muss in einer Inductionsrolle ein inducirter Strom entstehen, wenn man in dieselbe weiches Eisen bringt und diesem den Pol eines Magnets plötzlich nähert oder ihn wieder plötzlich entfernt. Es entsteht hierbei ein Strom von derselben Richtung, wie bei dem allein genäherten oder entfernten Magnete, doch ist derselbe bei gleichzeitiger Verwendung von Eisen stärker. —

D. Da weiches Eisen durch den Erdmagnetismus polarisch gemacht werden kann (s. Art. Magnetismus der Erde. 4.), so lassen sich auch auf diesem Wege Ströme induciren. — Man stecke einen Stab weichen Eisens durch die Inductionsrolle und halte plötzlich denselben in die Richtung einer Inclinationsnadel, oder entferne ihn aus derselben; oder man halte die Axe der leeren Inductionsrolle in der Richtung der Inclinationsnadel und stecke dann erst den Stab plötzlich hinein, oder ziehe ihn dann wieder plötzlich heraus.

E. Wirkt ein Draht, in welchem ein Strom fliesst, auf einen neben ihm laufenden, so wird er auch auf sich selbst zurückwirken, wenn er in neben einander verlaufenden Windungen geführt wird. Dies bestätigt die Erfahrung bei Unterbrechung des Stromes, und folglich wird überhaupt in jedem Schliessungsdrahte bei Unterbrechung des Stromes ein inducirter Strom hervorgerufen. Diesen Inductionsstrom des Schliessungs-

drahtes nennt man den Extrastrom (Extracurrent) oder Gegenstrom. Derselbe hat mit dem ursprünglichen Strome gleiche Richtung und verstärkt daher die Wirkung desselben. Das Auftreten des Extrastromes beim Oeffnen der Kette berechtigt aber auch zu der Annahme eines Extrastromes beim Schliessen derselben. Dieser würde dem ursprünglichen Strome entgegengesetzt gerichtet sein und denselben schwächen. Hieraus erklärt sich, warum, wenn ein einzelnes galvanisches Element weder beim Oeffnen noch Schliessen einen Funken oder Schlag giebt, sofern es durch einen kurzen Draht geschlossen wird, dies beim Oeffnen erreicht werden kann, wenn man einen sehr langen Schliessungsdraht verwendet, und noch mehr, wenn man denselben in eine Spirale aufwickelt. Bringt man in die Spirale weiches Eisen, so wird die Wirkung noch mehr gesteigert.

F. Auf die electrische Induction lassen sich mehrere Erscheinungen zurückführen. Es gehört hierher die Dämpfung der Schwingungen einer Magnetnadel durch in der Nähe befindliche Metallmassen. — Lässt man nämlich eine an einem Coconfaden frei aufgehängte Magnetnadel in einem vor Luftzug geschützten Raume schwingen, so werden die Schwingungen merklich aufgehalten oder gedämpft, wenn man eine dicke Kupferplatte sehr nahe unter die Nadel bringt. Es ist diese Dämpfung, welche Arago bereits 1824 beobachtete, eine Folge der Anziehung und Abstossung, welche zwischen dem electrischen Strome der Magnetnadel (— diese als Solenoid betrachtet —) und den hierdurch und zwar in Folge der Umkehrung in der Bewegung der Nadel auch umgekehrt verlaufenden Inductionsströmen hervorgerufen wird.

Ferner gehört hierher der 1825 von Arago entdeckte Rotationsmagnetismus, dass nämlich eine rotirende Metallscheibe eine über ihr schwebende, sonst vollständig geschützte, Magnetnadel in Drehung versetzt. Der Einfluss der Scheibe auf die Nadel nimmt mit der Entfernung beider ab und ist nach dem Metalle der Scheibe verschieden. Nichtleitende Scheiben sind wirkungslos. Radiale Einschnitte in der Scheibe schwächen die Wirkung derselben. Die Erscheinung erklärt sich ähnlich wie die Dämpfung. In den Theilen der Scheibe, welche sich von der Magnetnadel bei der Drehung entfernen, werden Ströme inducirt, welche mit denen in der Magnetnadel gleichgerichtet laufen und die Nadel daher anziehen, während in den Theilen, welche sich der Nadel nähern, entgegengesetzte erregt werden, welche die Nadel abstossen. Beide Wirkungen haben aber eine Drehung der Nadel im Sinne der Drehung zur Folge, welche die Scheibe hat.

Faraday hat nachgewiesen, dass auch durch die Rotation eines Magnets um seine Axe Inductionsströme hervorgerufen werden. Ist ein Magnetstab mit seinem Nordpole nach oben gerichtet und dreht er sich im Sinne der Zeiger einer Uhr, deren Zifferblatt nach oben liegt, so zeigt das Galvanometer, welches mit der Mitte des Magnetstabes in Verbindung

steht, einen electrischen Strom an, der von der Mitte des Stabes zum Nordpole gerichtet ist, während bei einer entgegengesetzten Drehung der Strom vom Nordpole zur Mitte geht. Umgekehrt ist es, wenn der Südpol oben liegt. Die in solcher Weise erregte Induction, bei welcher nur die eine Hälfte des Magnetstabes in Betracht kommt, nennt Weber unipolare Induction im Gegensatze zu der bipolaren, wenn beide durch beide Pole erregten Ströme berücksichtigt werden.

G. Auf der Induction beruht eine Anzahl von besonderen Instrumenten, die in besonderen Artikeln ihre Erledigung finden, z. B. das Inductions-Inclinatorium, der Differentialinductor, die Inductionsmaschine, das Electrodynamometer, der Inductionsapparat von Ruhmkorff im Art. Maschine, Ruhmkorff'sche.

Inductionsfunke heisst der electrische Funke, welcher durch inducirte Ströme hervorgerufen wird. Wenn man nämlich die Enden einer Inductionsspirale nicht leitend mit einander verbindet, so tritt an den Enden bei Unterbrechung und Schliessung des primären Stromes freie Spannungselectricität auf, da durch die Induction nach dem einen Ende positive und nach dem anderen Ende negative Electricität getrieben wird. Nähert man die beiden Enden der Inductionsspirale einander hinlänglich, so springen zwischen ihnen Funken über; ebenso erhält man kleine stechende Funken, wenn man dem einen Ende einen Finger nähert; diese letzteren werden stärker, wenn das andere Ende zur Erde abgeleitet wird. Das Auffallende ist hierbei, dass hier sich viel grössere Electricitätsmassen entladen, als bei einer selbst sehr kräftigen galvanischen Säule. Die Art der Induction ist im Wesentlichen gleichgültig. Vergl. Art. Induction, electrische; Funke, electrischer. C. und Maschine, Ruhmkorff'sche.

Inductions-Inclinatorium, das, welches W. Weber zur Bestimmung der Inclination der erdmagnetischen Kraft angegeben hat, beruht auf der Induction durch den Erdmagnetismus (s. Art. Induction, electrische. D.). Ein Kupferring wird von einer horizontalen Axe getragen, die auf Frictionsrollen liegend durch Rad und Getriebe schnell gedreht werden kann. In diesem Ringe schwebt eine Boussole frei auf einer Spitze, die von einem runden horizontalen Zapfen getragen wird, welcher durch den Kupferring geht und die Verlängerung der Drehungsaxe des Ringes bildet. Der Kupferring dreht sich um diesen Zapfen, ohne ihn und die Spitze, auf welcher die Nadel ruht, zu bewegen. Stellt man nun dies Instrument so auf, dass die Drehungsaxe des Kupferringes horizontal ist und mit dem magnetischen Meridiane zusammenfällt, so wird die im magnetischen Meridiane liegende Axe der Boussole auch in der Drehungsaxe des Kupferringes sich befinden. Wenn nun die magnetische Axe der Boussole in der Drehungsaxe des Kupferringes liegt, so kann der Nadelmagnetismus so wenig, als die horizontale erdmagnetische Kraft im Kupferringe einen electrischen Strom induciren, wohl

aber wird dies der verticale Theil der erdmagnetischen Kraft thun, wenn man den Kupferring um seine horizontale Axe dreht. Nun ist das Instrument weiter so eingerichtet, dass die Drehungsaxe auch vertical gestellt werden kann, die Boussole aber wieder die Mitte des Kupferringes einnimmt. Dreht man jetzt den Kupferring, so kommt nur der horizontale Theil der erdmagnetischen Kraft zur Wirksamkeit, und da nun in beiden Stellungen die hervorgebrachten Ströme den inducirenden Kräften proportional sind, so sind die Tangenten der Ablenkungen den ablenkenden Kräften proportional. Daher giebt das Verhältniss der Tangenten beider Ablenkungen das Verhältniss der horizontalen und verticalen erdmagnetischen Kraft oder die Tangente der gesuchten Inclination, mithin die Inclination selbst.

Inductionsmaschinen dienen dazu, eine rasche Folge von Inductionsströmen auf eine bequeme Weise hervorzubringen. Man unterscheidet zwei Arten, je nachdem nämlich der inducirte Strom mit Hilfe eines Magnets oder mittelst eines galvanischen Stromes erregt wird. Die ersteren werden gewöhnlich magnetoelectrische Maschinen genannt; zu den letzteren gehört der Neef'sche Hammer (s. Art. Hammer, Neef'scher), bei welchem eine Inductionsrolle aus dünnem Drahte sich mehr oder weniger weit auf eine inducirende aus stärkerem Drahte, die überdies mit Eisendrähten ausgefüllt ist, aufschieben lässt. Zu dieser Art gehört auch der Inductionsapparat von Ruhmkorff, über welchen Art. Maschine, Ruhmkorff'sche, die näheren Angaben enthält. Magnetoelectrische Maschinen hat zuerst Pixii construirt und fast gleichzeitig Ritchie. Dieselben sind später namentlich durch Saxton, Stöhrer u. A. wesentlich verbessert worden. Die Construction läuft auf Folgendes hinaus. Vor den Polen eines kräftigen, aus mehreren Lamellen zusammengesetzten und an den Polen abgeschliffenen Hufeisenmagnets sind die auf einem Kerne von weichem Eisen aufgesteckten Inductionsrollen, so dass sie mittelst einer Kurbel um eine durch die Mitte des Kernes gehende Welle im Kreise dicht vor den Polen des Magnets vorbei gedreht werden können. Die in gleichem Sinne gewickelten Inductionsrollen sind entweder mit ihren inneren oder mit ihren äusseren Enden unter sich verbunden; die beiden anderen Enden führen aber zu einem auf der bereits genannten Welle befestigten und mit dieser drehbaren Commutator (s. d. Art.), so dass das eine Ende mit der äusseren, das andere mit der inneren Hülse in leitender Verbindung steht. Zwei flache dünne Stahlfedern sind auf dem Gestelle der Maschine so angebracht, dass ihre vorderen Enden — die geschlitzt, aber auch aus dem Ganzen sein können — die Stahlringe des Commutators von oben leicht berühren und auf diesen bei der Umdrehung des Commutators schleifen. Der Commutator ist so befestigt, dass, wenn die Inductionsrollen gerade vor den Polen des Magnets liegen, die Federn auf den aneinander stossenden Enden der Stahlreifen ruhen, so dass bei einer

eintretenden Drehung des Commutators die eine Feder den einen und die andere Feder den anderen Stahlreifen verlässt und jeder auf den anstossenden Reifen übergeht. Bei einer halben Umdrehung steht also das äussere Rohr des Commutators mit der einen und das innere Rohr mit der anderen Feder in Berührung, bei der folgenden halben Umdrehung haben die Federn ihre Lage vertauscht; der Wechsel tritt aber gerade dann ein, wenn die Inductionsrollen vor den Polen des Magnets vorbeigehen. Mit den Federn sind an Drähten hängende Handhaben verbunden. Bei jeder Umdrehung werden mithin zwei Oeffnungen und zwei Schliessungen des Stromes erfolgen und die inducirten Ströme werden daher bei schneller Drehung ungemein schnell aufeinander folgen.

Zu physiologischen Wirkungen benutzt man Inductionsrollen mit 1500 bis 2000 Fuss dünnen Drahtes, ebenso für chemische Effecte; zu Glühversuchen aber nimmt man Inductionsrollen mit dickem Drahte von etwa 70 bis 100 Fuss Länge. Die ersteren nennt man Intensitätsinductoren, die letzteren Quantitätsinductoren.

Inductionsmultiplicator heisst jeder in mehrfachen (100 bis 1000) Windungen aufgewickelte, mit Seide übersponnene oder sonst isolirte Draht zur Erregung inducirter Ströme. Vergl. Art. Induction, electrische.

Inductionsrolle ist ein mit Seide übersponnener Draht, der in vielen Windungen auf einen Cylinder von Pappe oder Holz aufgewickelt ist, um in ihm electrische Ströme zu induciren. Vergl. Art. Induction, electrische. A.

Inductionsstrom oder Nebenstrom oder secundärer Strom ist ein durch electrische Induction erregter electrischer Strom. Wegen des Näheren vergl. Art. Induction, electrische.

Inductive Methode nennt man dasjenige Verfahren bei Untersuchung einer Naturerscheinung, in welchem man von einzelnen Beobachtungen und Thatsachen zu allgemeinen, jene Beobachtungen umfassenden Wahrheiten sich erhebt. Deshalb nennt man die physischen Wissenschaften oder die Naturwissenschaften auch inductive Wissenschaften. Ein Beispiel der inductiven Methode ist der Gang, welcher zur Entdeckung der Gravitationsgesetze führte. Kepler fand aus Tychow's Beobachtungen die nach ihm benannten Gesetze und Newton gab die Erklärung aus der Gravitation. Der inductiven Methode steht die deductive gegenüber, nach welcher aus gegebenen Principien durch Schlüsse fortgeschritten wird. Wenn die Principien nicht unmittelbar aus der Induction der Thatsachen hervorgehen, so ist dies Verfahren ohne Werth; ist dies aber der Fall, so gewinnt auch auf diesem Wege die Wissenschaft. Nur die Induction giebt die reelle Basis.

Inertia soviel als Beharrungsvermögen, s. d. Art.

Inflammabilien nennt man theils sämmtliche brennbare Stoffe,

theils nur die nicht metallischen Stoffe, die sich durch Brennbarkeit auszeichnen.

Inflexion oder Diffraction oder Beugung. Wenn die in einem Medium fortschreitenden und sich ausbreitenden Wellen (s. Art. Wellen) auf eine Oeffnung in einer festen Wand treffen, welche in einen zweiten mit demselben Medium erfüllten Raum führt, so verbreiten sich die durch die Oeffnung gehenden Wellentheile nicht blos in dem Raume hinter derselben, welcher durch die Fortschreitungsrichtung der Wellen und durch die Grösse der Oeffnung bedingt wird, sondern auch ausserhalb dieses Raumes, so als ob die einzelnen Stellen des Randes der Oeffnung die Ausgangspunkte neuer Wellensysteme wären. Die Wellen schreiten also hinter der Oeffnung in einem erweiterten Raume fort, und ausserdem zeigen sich, indem die neu entstandenen Wellensysteme sich durchkreuzen, Interferenzphänomene (s. Art. Interferenz). Dies ist im Allgemeinen die Erscheinung, welche man Beugung der Wellen genannt hat. — Wegen der Beugungserscheinungen auf der Oberfläche tropfbarflüssiger Medien s. Art. Wellen; hier soll das Wesentlichste über die Inflexion des Lichtes, des Schalles und der Wärme folgen.

A. Inflexion des Lichtes. Die ersten Beobachtungen über die Inflexion des Lichtes finden wir bei Grimaldi, Professor der Mathematik zu Bologna (1665). Er bezeichnete die Erscheinung als Diffraction, wodurch er eine besondere, die Erscheinung bedingende Bewegung des Lichtes charakterisiren wollte, die er bereits als eine wellenförmige erkannt hatte. Durch eine sehr kleine Oeffnung liess er bei heiterem Himmel Sonnenlicht in ein dunkles Zimmer fallen, brachte in den Lichtkegel einen undurchsichtigen Körper und fing den Schatten desselben und das diesen einschliessende Licht auf dem Fussboden auf, welchen er mit einer weissen Fläche bedeckt hatte. Hierbei fand er, dass der Schatten nicht nur auf beiden Seiten von einem Halbschatten umgeben war, sondern dass der ganze Schatten eine grössere Ausdehnung hatte, als es bei geradliniger Fortpflanzung des Lichtes hätte sein sollen. Ausserdem bemerkte er auf dem den Schatten umgebenden hellen Theile gefärbte Streifen, die in der Mitte hell, nach Innen aber blau und nach Aussen roth waren. Die von dem Schatten am weitesten abliegenden Streifen waren die breitesten; die Intensität des Lichtes und der Farben nahm um so mehr ab, je weiter der Streifen von dem Schatten entfernt war. Die einzelnen Streifen selbst wurden um so breiter, je weiter die auffangende Ebene von dem schattenwerfenden Körper abstand und je schräger das einfallende Licht auf dieselbe fiel. Die Richtung der Streifen war mit dem Schatten des dunklen Körpers parallel und der Grenzlinie des Schattens gleichgestaltet. Bei sehr intensivem Sonnenlichte beobachtete Grimaldi die farbigen Streifen in dem Schatten selbst, aber nur dann, wenn der schattenwerfende Körper zwar lang,

aber nicht sehr breit war. Wo im Schatten ein Winkel war, zeigten sich ausser den angeführten Streifen noch kürzere, glänzende, die Grimaldi mit nach beiden Seiten überhängenden Federbüschen vergleicht. — Der entgegengesetzte Versuch wird in der Weise ausgeführt, dass durch eine sehr kleine Oeffnung eines Fensterladens in ein völlig dunkles Zimmer Sonnenlicht gelassen und in den Lichtkegel senkrecht zu der Axe desselben eine Platte mit einer Oeffnung gebracht wird, welche kleiner ist als der Durchschnitt des Lichtkegels. Der auf einer weissen Ebene aufgefangene durch die Plattenöffnung hindurchgegangene erleuchtete Theil erscheint hier grösser, als es bei geradliniger Fortpflanzung des Lichtes sein sollte. Die Erscheinung konnte weder in Reflexion, noch in Refraction ihren Grund haben. Nun leitete Grimaldi durch zwei kleine Oeffnungen Sonnenstrahlen in ein dunkles Zimmer, so dass die Grundflächen der Lichtkegel, welche er durch eine weisse Ebene auffing, zum Theil in einander fielen. Das beiden Grundflächen gemeinsame Segment zeigte sich hier zwar heller als der übrige Theil derselben, die Grenze des Segmentes wurde aber dunkler gefunden als solche Stellen, die eben so weit von dem Mittelpunkte der einen oder andern Grundfläche der Lichtkegel abstanden. Wurde die eine Oeffnung geschlossen, so zeigten sich alle in gleicher Entfernung vom Mittelpunkte der einen hellen Grundfläche liegenden Stellen gleich stark erleuchtet, und somit war entschieden, dass die Wirkungen zweier zusammentreffenden Lichtbündel sich zuweilen vernichten und Dunkelheit bewirken können. — Newton wiederholte die Versuche über die Streifen im Schatten schmaler Körper mit einfachem farbigen Lichte, suchte aber die Ursache der Erscheinung in abstossenden Kräften und kam schliesslich auf seine Idee von Anwandlungen (s. d. Art.). — Thomas Young stellte 1802 die richtigen Principien der Interferenz auf und 1815 gab Fresnel die richtige Erklärung, dass nämlich die Ränder Ausgangspunkte neuer Wellensysteme würden und nun Interferenzen stattfänden. — Vorzugsweise machte sich Fraunhofer (1821 und 1822) um die Erscheinung verdient durch seine Beugungsspectra, welche durch eine Spalte oder durch ein Gitter (eine Reihe von gleich grossen und gleich weit von einander entfernten Spaltöffnungen, durch parallel gespannte Fäden oder Drähte, oder durch parallele Linien gebildet, welche man in der Goldbelegung einer Glasplatte zieht) oder durch ein Doppelgitter (zwei sich rechtwinkelig kreuzende einfache Gitter) oder durch ein Partiegitter (mehrere gleiche, aber ungleich entfernte rechtwinkelige Oeffnungen, die sich regelmässig in gleichen Abständen wiederholen) oder durch eine kreisförmige Oeffnung entstehen. — John Herschel vervollständigte diese Spectra noch durch Beobachtungen an dreieckigen Oeffnungen. — Das grösste Verdienst erwarb sich aber 1835 F. M. Schwerd zu Speier durch die vollständige Lösung aller bei der Beugung des Lichtes auftretenden Lichtgestalten. Das

Ergebniss seiner Rechnungen stimmt mit der Erfahrung bis in das kleinste Detail überein, so dass man sagen kann, die Undulationstheorie sage die Beugungserscheinungen ebenso zuverlässig vorher, wie die Gravitationstheorie die Bewegung der Himmelskörper.

In Betreff der Erklärung bedarf es hier nur des Nachweises des Principes. Denken wir uns eine enge verticale Spalte, durch welche Licht in ein dunkles Zimmer tritt. Das Licht sei homogen und falle senkrecht auf die Spalte so auf, dass die auffallenden Strahlen als unter sich parallel angesehen werden können. Unter diesen Voraussetzungen werden die Lichtwellen in gleichen Phasen auf die Oeffnung treffen und nach dem Durchgange durch die Spalte — wie es für den ersten Augenblick scheint — auch alle in derselben Richtung und mit gleichen Phasen weiter gehen. Aber die einzelnen Stellen des Randes werden Ausgangspunkte neuer Wellensysteme und daher gehen von dem Rande Aetherwellen in jeder anderen Richtung fort, nicht blos senkrecht zur Spaltöffnung. Unter diesen Randstrahlen werden sich auch solche befinden, die parallel sind und deren Gangunterschied *eine halbe* Wellenlänge beträgt. Eine Folge hiervon muss sein, dass diese Randstrahlen — und dies gilt auch von den ihnen zunächstliegenden, da diese fast denselben Gangunterschied haben werden, — sich in ihrer Wirkung aufheben, also vollständig interferiren. Es werden also zwar die senkrecht zur Spalte fortgegangenen Strahlen ein helles Bild geben, aber die nicht senkrecht fortgehenden Strahlen, deren Gangunterschied *eine halbe* Wellenlänge beträgt, werden seitwärts von den senkrecht durchgegangenen Strahlen eine Lichtschwächung veranlassen, wenngleich noch keine dunkle Stelle, da immer noch wirksame Strahlen übrig bleiben. — Nehmen wir jetzt an, dass der Gangunterschied der Randstrahlen *zwei halbe*, also eine ganze Wellenlänge betrage, so werden *alle* Strahlen, welche durch die Beugung diese Richtung erhalten haben, ihre Wirkung aufheben, also vollständig interferiren; denn zu jedem Strahle ist ein anderer vorhanden, welcher mit ihm um eine halbe Wellenlänge im Gangunterschiede differirt. Es muss mithin da, wo sich die bezeichneten Strahlen vereinigen, eine dunkle Unterbrechung im Bilde der Spalte eintreten. — Zwischen anderen Randstrahlen wird der Gangunterschied *drei halbe* Wellenlängen betragen. Ein Drittel von diesen wird mit einem zweiten Drittel interferiren, da ihr Gangunterschied eine halbe Wellenlänge beträgt; es bleibt also nur noch ein Drittel wirksam übrig. An der Stelle des Spaltbildes ist also keine Dunkelheit, aber eine geringere Intensität als an der Stelle, an welche die Strahlen hintreffen, bei denen der Gangunterschied der Randstrahlen nur *eine* halbe Wellenlänge betrug. — Durch Fortsetzung dieser Betrachtung kommen wir zu dem Resultate, dass Randstrahlen, deren Gangunterschied eine *gerade Anzahl halber* Wellenlängen beträgt, sich vollständig vernichten, dass also dunkle Stellen entstehen, unterbrochen

von nicht dunklen, aber von der Mitte aus an Intensität nach beiden Seiten abnehmenden, welche den Randstrahlen entsprechen, deren Gangunterschied eine ungerade Anzahl halber Wellenlängen ausmacht. — Für rothes Licht ist das Spectrum am breitesten, für violettes am schmalsten, entsprechend den Wellenlängen dieser Farben. — Nimmt man statt einer Spalte eine kleine kreisförmige Oeffnung, so ergiebt sich ein heller Kreis umgeben von abwechselnd dunklen und hellen Ringen. — Ist die Oeffnung parallelogrammartig, so lassen sich die gegenüberstehenden Seiten als Ränder einer Spalte ansehen und man erhält zwei sich kreuzende und daher sich stellenweis deckende Beugungsbilder. Wo hierbei in Folge der Deckung dunkle Stellen beider Spectren auf einander treffen, kann keine helle Stelle im Beugungsbilde erzeugt werden, da sich die Strahlen jedes Spectrums bereits unter einander vernichteten. An den Stellen aber des einen Spectrums, welche hell sind, kann durch das Auftreffen einer ebenfalls hellen Stelle des anderen Spectrums ein solcher Gegensatz in der Vibration des Aethers stattfinden, dass eine vollständige Interferenz die Folge hiervon sein muss, und es wird mithin an diesen Stellen ebenfalls Dunkelheit eintreten. Da nun an anderen hellen Stellen der Gegensatz nicht dieser Art sein wird, entweder noch eine gewisse Vibrationsintensität als Rest bleibt, oder die in gleichem Sinne erfolgenden Vibrationen sich summiren; so müssen dunkle Streifen oder Fransen entstehen, welche die einfachen Spectren durchschneiden. — Ein gleicher Vorgang muss stattfinden, sobald sich überhaupt Spectren durchschneiden, also namentlich wenn die Beugungsbilder mehrerer Oeffnungen in einander treffen. Die so entstandenen kleineren Spectra nennt Fraunhofer im Gegensatze zu den Spectren erster Klasse, welche einzelne einfache Beugungsöffnungen zeigen, Spectra zweiter Klasse, durch Durchkreuzung zweier Spectren, Spectra dritter Klasse, durch Durchkreuzung dreier Spectren entstanden u. s. f.

Bis jetzt wurde homogenes Licht vorausgesetzt; weisses Sonnenlicht besteht aber aus unendlich vielen farbigen Strahlen. Da nun die Spectra für die verschiedenen Farben bei derselben Spalte verschiedene Breite zeigen, so können bei Anwendung von weissem Lichte die dunklen und hellen Stellen für die verschiedenen Farben nicht zusammenfallen. Mit Ausnahme der Mitte wird man mithin selbst bei einer einfachen Spalte nirgends Weiss erblicken und ebensowenig an irgend einer Stelle völlige Dunkelheit wahrnehmen, überall werden Farbentöne auftreten, in welchen diejenigen Farben vorherrschen, welche an der betreffenden Stelle gerade einen hellen Streifen bilden würden. Die Farben entstehen hier in ähnlicher Weise wie bei den Newton'schen Farbenringen (s. Art. Farbenringe. C.).

Die Inflexionserscheinung ist besonders wichtig geworden, weil man in derselben ein sicheres Mittel besitzt, die Länge der Lichtwellen zu

bestimmen. — Die Erscheinung zu beobachten, bietet sich vielfache Gelegenheit, z. B. wenn man durch die Fahne einer Vogelfeder nach einem Lichtpunkte sieht; wenn man feine maschige Zeuge, z. B. Mousselin, Flor, feines Drahtgewebe vor ein Fernrohr bringt, ins Besondere wenn man die Zeuge doppelt legt; wenn man mit blinzelndem Auge, also durch die Haare der Augenlider, nach einem nicht zu nahen, stark leuchtenden Punkte, z. B. nach einem Sterne sieht; wenn man durch die feinen Haare der Seidenhüte oder durch Spinnengewebe nach der Sonne blickt; wenn man eine Glasscheibe zart behaucht oder mit *semen lycopodii* bestreut und durch dieselbe nach einer Kerzenflamme sieht. Wegen des Letzteren vergl. Art. Hof. A. Aus den Gesetzen der Beugung sind auch die dunklen Streifen zu erklären, welche man zwischen den eng aneinander geschlossenen gestreckten Fingern, zwischen den nicht genau schliessenden Schneiden einer Scheere, überhaupt durch jede enge Spalte wahrnimmt, wenn man durch dieselbe ins Helle sieht. Vergl. überdies Art. Chromadot.

Im reflectirten Lichte sieht man die Erscheinungen der Beugung auf gleiche Weise, wie sie im directen bemerkt werden; doch sind dieselben mehr zu den Erscheinungen zu rechnen, welche als Farbenringe (s. d. Art.) bekannt sind. Barton's irisirende Knöpfe gehören hierher, ebenso das Farbenspiel auf Perlmutter.

B. Inflexion des Schalles. Dass bei dem Durchgange der Schallwellen durch eine Oeffnung in einer dünnen Scheidewand Beugungserscheinungen eintreten, dass namentlich eine Abwechselung von Maximis und Minimis der Schallstärke an verschiedenen Punkten sich zeigen müsse, darauf hat besonders Cauchy aufmerksam gemacht. Theoretisch müssen bei einer sehr entfernten Tonquelle und bei einer verticalen Spalte die Punkte der grössten und kleinsten Schallstärke in jeder Horizontalebene sehr nahe auf verschiedenen Parabeln liegen, welche die Oberfläche der Scheidewand berühren und deren Parameter eine arithmetische Reihe bilden und der Wellenlänge proportional sind. Wegen der grösseren Länge der Schallwellen im Vergleich zu derjenigen der Lichtquellen breitet sich der Schall stärker seitwärts aus als das Licht. Je grösser die Fortpflanzungsgeschwindigkeit einer Wellenbewegung ist, desto schneller nimmt die seitliche Ausbreitung ab. Bei höheren Tönen ist die seitliche Ausbreitung schwächer, da sie eine kleine Wellenlänge haben. Wenn die Schallstärke dem Quadrate der Amplitude proportional gerechnet wird, so wird die Schallstärke der gebeugten Wellen der Wellenlänge nahe proportional, sobald man in einer der Wand parallelen Ebene sehr weit von der Oeffnung weggeht. — Es sind noch wenig Versuche in Betreff der Schallinflexion angestellt, aber nach Young bestätigt die Erfahrung die Theorie. Vergl. überdies Art. Interferenz.

C. Inflexion der Wärme. In Bezug auf Wärmeinflexion

hat zuerst Matteucci, aber leider in ungenügender Weise, experimentirt. Knoblauch hat 1846 den ersten directen und entschiedenen Nachweis durch die Beobachtung geliefert, dann Fizeau und Foucault, später A. Seebeck. Nur bei Experimenten mit Sonnenlicht hat sich eine Inflexion ergeben. Knoblauch liess Sonnenlicht durch einen schmalen Spalt dringen und mass die Wirkung der von der Sonne ausgehenden Wärmestrahlen bei ihrer Ausbreitung durch eine lineare Thermosäule. Die Ausbreitung der Wärmestrahlen wurde bei Verengerung der Spalte nur bis zu einer gewissen Grenze vermindert, von da ab nahm sie aber beständig zu, bis der Schnitt vollkommen geschlossen war. Dies kann nur von einer Beugung herrühren. Die Ausbreitung hinter der Spalte war stets grösser, als sie bei geradliniger Begrenzung sein würde, und nahm in weiterem Abstande von der Spalte zu und zwar umsomehr, je enger die Spalte wurde. Fizeau und Foucault experimentirten mit einem Weingeistthermometer, dessen Kugel nur 1,1 Millimeter Durchmesser hatte und an welchem ein Centigrad durch Mikroskop und Mikrometer noch in 400 gleiche Theile getheilt wurde. Durch zwei gegen einander geneigte Spiegel erhielten sie Wärmefransen. Bei Spectren mit hellen und dunklen Lichtstreifen erwies sich die Wärme wie das Licht vertheilt; auch jenseits des rothen Endes des Spectrums erhielten sie vier nicht warme Streifen, die durch Wärmestreifen getrennt waren. Seebeck benutzte ein Gitterspectrum (s. d. Art. A.) und ein Leslie'sches Photometer mit schwarzer Kugel.

Inflexioskop, s. Art. Chromadot.

Influenz wird hier und da statt Vertheilung gesagt, z. B. electrische Influenz statt electrische Vertheilung. Vergl. Art. Electricität.

Injectionshahn heisst ein Hahn, durch welchen kaltes Wasser in einen mit Wasserdampf erfüllten Raum gespritzt wird, um diesen zu condensiren. Bei den ersten Dampfmaschinen wurde ein solcher Hahn unmittelbar angewendet; jetzt spritzt der Injectionshahn in den Condensator. Vergl. Art. Dampfmaschine und Kaltwasserpumpe.

Inklination, s. Art. Inclination.

Inklinationsnadel, **Inklinatorium**, } s. Art. Inclinatorium.

Inkrustation, s. Art. Incrustation.

Inponderabilien, s. Art. Imponderabilien.

Inselklima oder Küstenklima bezeichnet das eigenthümliche Klima der Inseln und Küsten. Dies besteht darin, dass der Temperaturwechsel nicht so bedeutend ist als im Binnenlande, und der Feuchtigkeitsgehalt der Luft mehr beträgt. Eine Folge des Letzteren sind häufige Nebel. Vergl. übrigens Art. Continentalklima und Klima.

Insolation bezeichnet Bestrahlung durch Licht, namentlich durch directes Sonnenlicht. Manche Körper erhalten durch Insolation das Vermögen zu phosphoresciren. Vergl. Art. Phosphorescenz. A.

Instrument ist ein Apparat für eine bestimmte Art von Naturerscheinungen. Vergl. Art. Apparat.

Intensität bezeichnet Stärke der Einwirkung einer Kraft, z. B. Intensität des Lichtes, deren Bestimmung Gegenstand der Photometrie (s. d. Art.) ist; Intensität des Schalles; Intensität des Magnetismus; Intensität der Schwerkraft etc.

Intensitätsinductor ist eine Inductionsrolle zu physiologischen und chemischen Zwecken. Vergl. Art. Inductionsmaschine. Den Gegensatz bilden die Quantitätsinductoren, die bei Glühversuchen verwendet werden.

Intensitätskarten nennt man die Karten, auf denen die isodynamischen Linien verzeichnet sind.

Interferenz bezeichnet ein vollständiges oder theilweises Ausgleichen der in einem Körper (Medium) durch Wellenbewegungen hervorgerufenen Veränderungen, sobald verschiedene Wellensysteme sich durchkreuzen. Wegen der Wellenbewegung überhaupt ist Art. Wellenbewegung zu vergleichen; hier handelt es sich nur um die Interferenzen und in dieser Beziehung sind namentlich die Interferenzen auf der Oberfläche eines Mediums und im Innern eines Mediums zu unterscheiden.

A. Interferenz auf der Oberfläche eines Mediums. Durchkreuzen sich z. B. zwei Wasserwellensysteme, so schreitet jedes in Bezug auf die Richtung fort, ohne von dem andern eine Störung zu erleiden, nur tritt ein kleiner Zeitverlust in der Fortpflanzungsgeschwindigkeit ein und eine Veränderung der Gestalt an den Kreuzungsstellen. Da, wo zwei Wellenberge von gleicher Höhe sich begegnen, entsteht ein fast doppelt so hoher Wellenberg, ebenso bilden zwei gleich tiefe Wellenthäler ein fast doppelt so tiefes Thal, indem die Verschiebung der einzelnen Wassertheilchen in beiden Fällen durch zwei gleiche Kräfte in gleichem Sinne erfolgt, die resultirende Bewegung mithin mit verdoppelter Stärke eintreten muss. Begegnen sich ein Wellenberg und ein Wellenthal, so gleichen sich dieselben entweder vollständig oder theilweis aus, so dass das ursprüngliche Niveau hergestellt wird, oder ein kleinerer Wellenberg oder ein kleineres Wellenthal sich bildet, als ein System für sich erzeugen würde, je nachdem das Volumen des Wellenberges dem des Thales gleich ist, oder dasselbe übertrifft, oder demselben nachsteht. Aehnliche Verhältnisse treten ein, wo verschiedene Wellenphasen zusammentreffen. — Was hier vom Wasser ausgesagt ist, gilt von allen tropfbaren Flüssigkeiten. Zur Beobachtung im Kleinen bedient man sich am bequemsten des Quecksilbers. Man lasse z. B. aus zwei feinen, nahe bei einander angebrachten Oeffnungen in einer Flasche Quecksilber auf eine möglichst grosse Quecksilberoberfläche tröpfeln. Weber bediente sich einer schmalen Rinne, erregte ein Wellensystem und beobachtete die Interferenzen, welche zwischen

diesem Systeme und dem durch Zurückwerfung entstandenen neuen Systeme eintraten. Interessant ist der Fall, wenn man in den einen Brennpunkt eines elliptischen Gefässes, welches mit Quecksilber gefüllt ist, Quecksilbertropfen fallen lässt. Poppe hat ein besonderes Interferenzoskop (s. d. Art.) zur Darstellung und Beobachtung der Interferenzerscheinungen bei Wasserwellen construirt. — Um die Interferenzerscheinungen näher zu veranschaulichen, empfiehlt es sich, eine Zeichnung zu entwerfen, welche den Durchgang zweier Wellensysteme veranschaulicht. Man construirt um zwei Mittelpunkte Kreise, die man abwechselnd auszieht und punktirt, und von denen die eine Art die Wellenberge, die andere die Wellenthäler vorstellt. Man findet dann leicht die interferirenden Stellen und durch Verbindung der aufeinander folgenden Stellen die interferirenden Linien. Um die Zwischenzustände zu veranschaulichen, construire man nur einen Theil der vorigen Systeme, theile aber jede Wellenlänge z. B. in acht gleiche Theile und bezeichne diese entsprechend.

B. Interferenz im Innern eines Mediums. Denken wir uns die Mittelpunkte der Wellensysteme im Innern des Mediums, z. B. in der atmosphärischen Luft, so erhalten wir (s. Art. Wellenbewegung) Verdichtungen und Verdünnungen, welche in Kugelflächen um die Erregungspunkte als Mittelpunkte liegen, jene den Wellenbergen, diese den Wellenthälern auf den Oberflächen entsprechend. Auf gleiche Weise wie vorher treten auch in diesem Falle Interferenzen ein, indem bei der Durchkreuzung zweier Wellensysteme an den Stellen, in welchen zwei Verdichtungsschalen zusammentreffen, eine grössere Verdichtung und an denjenigen, wo dasselbe mit zwei Verdünnungsschalen stattfindet, eine grössere Verdünnung eintreten muss, indem die Bewegung der einzelnen Massentheilchen nun von zwei Kräften in gleichem Sinne erregt wird. Begegnen sich hingegen eine Verdichtungs- und eine Verdünnungsschale von respective gleicher Stärke, so wird dies eine Herstellung der ursprünglichen Dichtigkeit des Mediums zur Folge haben, also vollständige Interferenz, während entgegengesetzte Phasen von nicht gleicher Intensität nur eine unvollständige Interferenz bei ihrem Zusammentreffen herbeiführen. Die vorher angegebenen Zeichnungen können auch für diesen Fall als Veranschaulichungsmittel dienen, falls man nur die Linien, welche dort die Rücken der Wellenberge vorstellen, als die Stellen der grössten Verdichtung betrachtet u. s. f.

Erscheinungen, welche auf diesen Principien beruhen, zeigen sich bei den Schwingungen in der atmosphärischen Luft, also bei dem Schalle, und bei den Schwingungen des Aethers, welche den Erscheinungen des Lichtes und wohl auch den übrigen auf den sogenannten Imponderabilien beruhenden Erscheinungen zu Grunde liegen.

a. Interferenz des Schalles. Auf Schallinterferenzen scheint Vieth (1804) zuerst aufmerksam gemacht zu haben; später haben E. und W. Weber sorgfältige Untersuchungen hierüber angestellt. Breitet man über das offene Ende einer zweischenkeligen Röhre von Holz oder Pappe, deren Schenkel so lang sind, dass man sie über die bei Erzeugung der Klangfiguren (s. d. Art.) gebräuchliche Schraube hinweg bis auf etwa eine halbe Linie der eingeschraubten Klangscheibe nähern kann, eine feine Membran oder ein Stück gewöhnliches Schreibpapier und streut dann eine geringe Quantität Sand darauf, so geräth der Sand augenblicklich in starke Bewegung, wenn man die beiden offenen Gabelenden über zwei Stellen, z. B. einer quadratischen Klangscheibe, deren eine Seite in der Mitte gestrichen wird, hält, die in demselben Sinne schwingen, während derselbe vollkommen ruhig bleibt, sobald diese Enden über zwei Stellen stehen, von denen die eine aufwärts, die andere gleichzeitig abwärts schwingt, und die Stellen genau dieselben Schwingungssegmente, aber im entgegengesetzten Sinne ausmachen. Dieser Versuch stammt von Hopkins her. Vieth führte eine Klangscheibe bei dem Ohre vorbei und dabei vertrat das Trommelfell die Stelle der Membran. Dove erhielt Interferenzen mit einer kreisrunden Glasglocke. Weber's Beobachtungen bezogen sich auf die Stimmgabel. Dreht man nämlich eine solche, nachdem sie zum Tönen gebracht ist, vor dem Ohre herum, so nimmt man den Ton wahr, wenn eine der Flächen einer Zinke dem Ohre zugewandt ist, aber der Ton verschwindet, sobald eine der Kanten dem Ohre gegenübersteht, was also während einer ganzen Umdrehung der Gabel viermal eintritt. Zweckmässig ist es, die Gabel über einem mittönenden Glase klingen zu lassen. Kane liess Röhren anfertigen, an welchen eine gebogene Seitenröhre mit ihren Enden seitlich mündete, als ob die Hauptröhre einen Henkel habe. Bei der einen verhielten sich die Wege, welche die Schallwellen zurücklegen mussten, wie 3 : 2 und bei der anderen wie 7 : 6. Hierbei blieben von den Tönen, welche eine solche Röhre geben kann, diejenigen aus, bei welchen die Verdichtungswelle durch die eine Wegleitung mit der Verdünnungswelle durch die andere zusammenfällt. Seebeck hat interessante Interferenzversuche mit der Lochsirene angestellt, wobei Stösse oder Battements (s. Art. Battements) und Combinationstöne (s. d. Art.) erhalten wurden. Bei stehenden Wellen (s. Art. Wellenbewegung) sind die Schwingungsknoten Interferenzstellen. — Auf die Interferenz der Schallwellen führt Kämtz auch das Rollen des Donners (s. d. Art.) zurück.

b. Interferenz des Lichtes. Die Principien der Interferenz des Lichtes sind zwar schon 1802 von Th. Young aufgestellt, aber erst Fresnel hat sie durch seinen Spiegelversuch ausser Zweifel gesetzt. Fällt von einem leuchtenden Punkte auf zwei geschwärzte, also nur einfach reflectirende, ebene Spiegel, die unter einem sehr stumpfen

Winkel zu einander geneigt sind, Licht, so entstehen zwei einander sehr nahe liegende Spiegelbilder des leuchtenden Punktes, die eben so weit hinter dem entsprechenden Spiegel liegen, als der Punkt vor demselben. Die reflectirten Strahlen, die scheinbar von den Spiegelbildern des Punktes ausgehen, werden sich in einer gewissen Entfernung vor den Spiegeln schneiden, und wendet man nun homogenes Licht an, so bilden sich abwechselnd helle und dunkle Streifen, weil an jenen die von den Lichtwellen zurückgelegten Wege sich um eine gerade, an diesen um eine ungerade Anzahl halber Wellenlängen unterscheiden. Die Spiegel kann man aus zwei Stücken scharf zerschnittenen Spiegelglases, die man mittelst Klebwachs auf einem Klötzchen aufklebt, sich anfertigen. — Pouillet wiederholte den Versuch mit einem Interferenzprisma, ein im Querschnitte gleichschenkeliges Prisma darstellend, bei welchem der Winkel an der Spitze sehr stumpf ist, so dass die aus den beiden den stumpfen Winkel einschliessenden Flächen austretenden und von einem Lichtpunkte ausgehenden Strahlen von zwei Lichtpunkten zu kommen scheinen, die sehr nahe bei einander liegen. Lloyd liess directes und reflectirtes Licht auf einander einwirken, indem er auf einen auf der Unterseite geschwärzten Spiegel Licht ungefähr unter 90°, also fast parallel mit der Spiegelfläche, auffallen liess, so dass das reflectirte Licht mit dem directen, unter einem kleinen Winkel divergirenden, zur Interferenz kam.

Wendet man verschiedenes homogenes Licht an, so zeigen sich für die dunklen Streifen verschiedene Abstände, namentlich für Blau kleiner als für Roth, da die Wellenlängen um so kürzer sind, je brechbarer die farbigen Strahlen werden.

Von den besonderen Interferenzerscheinungen ist ein von Talbot angegebener Versuch hervorzuheben. In eine Karte mache man ein kreisrundes Loch, so gross als die Pupille des Auges. Die eine Hälfte dieses Loches bedecke man mit einem äusserst dünnen Glas- oder Glimmerblättchen. Betrachtet man nun durch diese Oeffnung das Spectrum eines Prismas, so erscheint dasselbe auf seiner ganzen Länge mit parallelen dunklen Strichen bedeckt, weil diejenige Hälfte des Lichtes, welche durch das dünne Blättchen geht, um eine gewisse Quantität in seinen Undulationen verzögert wird. — Secundäre Interferenzen treten bei der Inflexion, bei den Farbenringen Newtons, bei der Polarisation (s. diese Artikel) auf.

c. Interferenz der Wärme. Dass auch Wärmestrahlen interferiren können, folgt aus der Inflexion derselben. Das Nähere im Art. Inflexion. C.

Eine Interferenz bei electrischen Strömen ist noch nicht nachgewiesen. Eine von de la Rive in diesem Sinne aufgefasste Erscheinung hat ihre Erklärung anderweitig gefunden.

Interferenzfarben, s. Art. Inflexion. A. und Art. Farbenringe. C.

Interferenzoskop nennt Poppe ein Instrument zur Darstellung und Beobachtung der Interferenzerscheinungen bei Wasserwellen. Das Wesentlichste ist ein rectangulärer Wasserbehälter von 14 Zoll Länge, 10 Zoll Breite und 3 Zoll Tiefe, der inwendig geschwärzt ist. In einer Oeffnung des Bodens ist eine gewöhnliche durchsichtige Glasscheibe wasserdicht eingesetzt und mit einem Blatte feinen, durch ein Messingrähmchen beschwerten Postpapieres bedeckt. Werden Wellen erregt, so wirken die Wellenberge anders als die Wellenthäler auf das durchgehende Licht und man erblickt hellere und dunklere Lichtlinien auf der Glasscheibe. Näheres in Poggend. Annal. Bd. 79. S. 437 und Bd. 88. S. 223.

Interferenzprisma, ein sehr stumpfwinkeliges Prisma, welches Pouillet zur Erzeugung von Lichtinterferenzen benutzte. Vergl. Art. Interferenz. B. b.

Interferenzspiegel, eine Combination von zwei ebenen Spiegeln, welche Fresnel zum Nachweise der Interferenz des Lichtes benutzte. Vergl. Art. Interferenz. B. b.

Interferenzstreifen sind die abwechselnd hellen und dunklen Streifen, die man bei den Interferenzversuchen mit Licht wahrnimmt. Vergl. Art. Interferenz. B. b.

Intermittirend, in Zwischenräumen oder nach zeitweisen Unterbrechungen wirkend, z. B. die intermittirende Lampe (s. Art. Flaschenlampe), der unterbrochene Heber (s. Art. Heber, gekrümmter, am Ende), der intermittirende Springbrunnen (s. Art. Springbrunnen), intermittirende Quellen oder Bullerborn (s. Art. Bullerborn), intermittirende Winde (s. Art. Wind). Vergl. auch Art. Alternirend.

Intervall, d. h. Zwischenraum, Zwischenzeit, Unterschied. In der Physik sind namentlich die musikalischen Intervalle oder Tonverhältnisse wichtig, unter denen man das Verhältniss zweier Töne nach Höhe oder Tiefe versteht. (Vergl. Art. Ton). — Wegen des Intervalls der Anwandlungen s. Art. Farbenringe. S. 314.

Inversor, Umkehrer, ist wie der Commutator (s. d. Art.) und der Gyrotrop (s. d. Art.) ein Hilfsapparat bei Versuchen mit electrischen Strömen, durch welchen die Stromrichtung schnell umgekehrt werden kann. Der Inversor hat namentlich bei hydro- oder thermoelectrischen Ketten Verwendung gefunden. Dem Inversor von Poggendorff (s. dessen Annal. Bd. 45. S. 385) liegt das Princip des Neef-schen Blitzrades (s. Art. Blitzrad) zu Grunde. Die Scheibe hat $2^1/_2$ Zoll Durchmesser und es können 200 bis 300 Umkehrungen in einer Secunde bewerkstelligt werden.

Jodfiguren, electrische, hat Buttel dargestellt. Zwei stumpfe Platinnadeln, von denen die eine mit dem Conductor, die andere ebenfalls isolirt mit der Massflasche oder direct mit der Erde leitend ver-

bunden wird, werden gegen zwei mit Jodkaliumlösung befeuchtete Papierflächen auf beiden Seiten einer isolirten Metallplatte oder gegen beide Seiten eines isolirten Papierblattes gerichtet.

Jodgalvanometer ist ein von Osann angegebenes Galvanometer (s. d. Art.), bei welchem die Platinelectroden sehr schwacher Volta-scher Ketten in ungleichen messbaren Abständen mit einer kleinen Quantität Stärkekleister in Berührung gebracht werden, auf welchen mittelst einer Glasröhre ein Tropfen Jodkalium getröpfelt ist. Aus der Stärke der Färbung und dem Abstande der Platindrähte wird auf das Vorhandensein und die Stärke des galvanischen Stromes geschlossen. Dies Galvanometer hat wenig Beifall gefunden.

Johanniskäfer oder Johanniswürmchen (*Lampyris noctiluca* und *splendidula*) ist unter den bei uns vorkommenden Leuchtkäfern der bekannteste. Unter Johanniswürmchen versteht man gewöhnlich das Weibchen, unter Johanniskäfer das Männchen der *Lampyris noctiluca*. Beide, namentlich das Weibchen, phosphoresciren an einigen Stellen unter den letzten Bauchringen und zwar rührt das Licht her von einer gelblichweissen, halbdurchsichtigen Materie auf der Innenseite der drei Endringe. Vergl. Art. Leuchtthiere.

Ionen nennt man nach Faraday's Vorschlage die Bestandtheile, in welche ein Stoff durch den electrischen Strom direct zerlegt wird. Vergl. Art. Anion.

Iridiopsie, Unfähigkeit mancher Augen, gewisse Farben zu unterscheiden; vergl. Art. Daltonismus.

Iris oder Regenbogenhaut, s. Art. Auge.

Irisiren heisst in regenbogenartigen Farben spielen, z. B. irisirende Knöpfe (s. folg. Art.).

Irisirende Knöpfe, s. Art. Barton's irisirende Knöpfe.

Irradiation ist ein optisches Phänomen, welches darin besteht, dass ein leuchtender Gegenstand, welcher von einem dunklen Raume umgeben ist, mehr oder weniger vergrössert und umgekehrt ein dunkler Gegenstand auf hellem Grunde verkleinert erscheint. — Auf einem Stück Pappe verzeichne man zwei weisse Rechtecke, die durch einen schmalen schwarzen Streifen getrennt sind, und an welche zwei gleich grosse schwarze Rechtecke anstossen, die durch einen weissen Streifen, der die Verlängerung des vorigen schwarzen bildet, getrennt sind, die übrigen Seiten der weissen Rechtecke fasse man schwarz und die der schwarzen Rechtecke weiss ein. Stellt man diese Pappe neben einem Fenster vertical auf, so dass sie gut beleuchtet ist, und entfernt sich 12 bis 15 Fuss weit, so erscheint der schmale schwarze Streifen zwischen den beiden weissen Rechtecken auffallend schmaler als der weisse Streifen zwischen den beiden schwarzen; ebenso erscheinen die weissen Rechtecke grösser als die schwarzen. Man kann die Beobachtung schon an einem Schachbrette mit weissen und schwarzen Feldern machen. Es gehört hierher auch

die Thatsache, dass, wenn der Mond sichelförmig erscheint und zugleich der Rest seiner Scheibe durch schwache Beleuchtung von aschfarbigem Lichte wahrzunehmen ist, der äussere Umriss des leuchtenden Theiles gegen den dunklen Theil einen Vorsprung zu machen oder die Sichel einer sehr merkbar grösseren Scheibe anzugehören scheint, als der Rest des Mondes.

Das Geschichtliche des Phänomens hat Plateau (Ergänzungsband zu Poggend. Annal. Bd. 61. b. S. 79—128, 193—231 u. 405—443) sehr vollständig zusammengestellt. — Kepler setzte die Ursache der Erscheinung in das Auge des Beobachters selbst (1604); Galilei meinte, die Erscheinung entspringe aus einer Brechung in der Feuchtigkeit, welche die Augenlider auf dem Vordertheile des Auges zurückhalten, und aus einer Reflexion an den feuchten Rändern der Augenlider; Gassendi schrieb das Phänomen der Erweiterung der Pupille im Dunkeln zu; Descartes erklärte die Irradiation durch eine Ausbreitung des Eindrucks auf die Netzhaut, und dieser Ansicht ist man im Wesentlichen treu geblieben, bis in der neuesten Zeit sich auch ihre Unstatthaftigkeit herausstellte. Durch Beobachtungen mittelst der Fernröhre hatte man sich gezwungen gesehen, eine Ocular-Irradiation und Irradiation bei astronomischen Instrumenten zu unterscheiden, oder vielmehr für nahe und für ferne Objecte. Dove machte darauf aufmerksam, dass das Accommodationsvermögen des Auges in Betracht zu ziehen sei, wozu ihn stereoskopische Untersuchungen führten; namentlich aber hat Fliedner (Poggend. Annal. Bd. 85. S. 321 bis 350; 460 und Bd. 88. S. 29—44) genaue Untersuchungen angestellt und H. Meyer (Poggend. Annal. Bd. 89. S. 540) den Nachweis zu führen gesucht, dass die Irradiation hauptsächlich aus der sphärischen Abweichung des Auges entspringe. Fliedner kam namentlich durch Versuche mit der Durchmesserscheibe, d. h. mit einer kreisförmigen Scheibe von sehr weissem Kartenpapiere, auf welche er mit schwarzer Tusche 8 oder 16 gleiche Winkel einschliessende Durchmesser von höchstens $^{1}/_{10}$ Linie Breite gezogen hatte, und die in verticaler Stellung mit einem Auge aus verschiedenen Entfernungen beobachtet wurde, zu dem Resultate, dass jedes Auge in einem bestimmten Querschnitte eine kürzere, in dem darauf senkrechten eine grössere Brennwei e hat, als in den übrigen Querschnitten, und dass daher die von einem leuchtenden Punkte ins Auge fallenden Lichtstrahlen niemals in einem einzigen Punkte zusammentreffen, sondern nur innerhalb einer Brennstrecke, welche, je nach der Entfernung des leuchtenden Punktes, die Netzhaut mit ihren Endpunkten trifft, oder sie durchschneidet, oder ganz vor oder hinter sie fällt. Hiernach hält sich Fliedner berechtigt, die sogenannten Irradiationserscheinungen als auf der Lichtzerstreuung beruhend anzusehen, die theils von dem mangelhaften Accommodationsvermögen, theils von der eben erwähnten Beschaffenheit

der Augen herrühren. Das Endresultat ist: Die Erscheinungen der Irradiation sind subjectiv durch das Vorhandensein der Brennstrecke im Auge und durch die Mangelhaftigkeit des Adaptationsvermögens desselben, objectiv einzig und allein durch den Unterschied der Helligkeit der verschiedenen an einander grenzenden Sehobjecte bedingt. Die Farbenzerlegung des Lichtes durch das Auge hat auf die Erscheinungen nur einen accessorischen und so wenig bestimmenden Einfluss, dass sie auch bei monochromatischem Lichte stattfinden. Das Irradiationsphänomen ist jedenfalls ein complicirtes. Nach Meyer spielt auch die sphärische Abweichung eine Rolle; ebenso ist der Durchmesser der Pupille nicht ohne Einfluss.

Irritabilität, Muskelreizbarkeit, bezeichnet die Eigenschaft der Muskeln, sich in Folge gewisser Reize zusammenzuziehen und beim Nachlassen derselben wieder auszudehnen.

Irrlicht | **Irrwisch** nennt man eine Lichterscheinung, die sich namentlich an sumpfigen Orten, überhaupt da, wo animalische oder vegetabilische Stoffe verwesen, dicht über dem Erdboden in der Luft schwebend und in beständiger Bewegung zeigen soll. Mit der Bezeichnung Irrwisch belegt man vorzugsweise die sich durch ihre Grösse auszeichnenden Irrlichter. Zuverlässige Beobachtungen giebt es nur wenige, z. B. von dem bekannten Astronomen Bessel, von Prof. Knorr in Kiew, von dem Director Richter in Saalfeld; indessen sind diese Beobachtungen ausreichend, um die Thatsache der Erscheinung nicht ferner bezweifeln zu können, wenngleich zugestanden werden muss, dass uns das Wesen und der Grund noch räthselhaft ist.

Isametralen nennt Dove die Linien, welche Orte verbinden, an denen die Abweichung der Temperatur von dem Mittel des betreffenden Zeitraumes — nicht von der mittleren Wärme der geographischen Breite (s. Art. Anomalie, thermische) — gleich viel Grade beträgt. Positive Isametralen geben einen Ueberschuss der Wärme, negative der Kälte an.

Isanomalen nennt Dove die Linien, welche Orte gleicher thermischer Anomalie (s. Art. Anomalie, thermische) mit einander verbinden. Die Isanomale, längs deren die Anomalie Null ist, heisst die thermische Normale und scheidet die relativ zu warmen von den relativ zu kalten Räumen. Isanomalen und Isothermen laufen einander nur da parallel, wo sie zugleich dem Aequator parallel laufen; wo aber die einen oder die anderen die Richtung der Meridiane verfolgen, schneiden sie sich in den kürzesten Abständen.

Isländischer Doppelspath, s. Art. Doppelspath.

Isobarische | **Isobarometrische** Linien nennt Kämtz die Linien, welche Orte verbinden, an denen die mittlere monatliche Barometerschwankung dieselbe Grösse hat. Folgende Tabelle zeigt den Verlauf dieser Linien auf der nördlichen Halbkugel, indem die Breiten

angegeben sind, in welchen die betreffenden Meridiane geschnitten werden:

Isobarometrische Linie von par Lin.	Oestliches Amerika.		Westliches Europa.		Deutschland und Italien.		Russland.		Hindostan und Sibirien.	
2'''	15°	33'	15°	9'	21°	15'	23°	36'	—	—
4	23	55	26	17	29	38	31	51	23°	36'
6	30	27	34	4	36	43	39	2	35	29
8	36	14	42	14	43	18	45	51	46	34
10	41	40	47	8	49	48	52	43	57	55
12	46	58	51	4	56	34	60	5	72	23
14	52	21	57	47	64	6	68	50		
16	58	1	65	22	73	48	83	38		

Eigentlich sollten wohl isobarometrische Linien diejenigen heissen, welche Orte von gleichem mittleren Barometerstande verbinden.

Isochimenen nannte A. v. Humboldt die Linien, welche Orte verbinden, an denen die mittlere Wintertemperatur dieselbe ist; dasselbe bezeichnen die Isotheren für die mittlere Sommertemperatur. Vergl. Art. Isothermen.

Isochromatisch bedeutet gleichfarbig. Bringt man z. B. ein senkrecht zur Axe geschnittenes Plättchen eines doppelt brechenden Krystalles zwischen zwei polarisirende Vorrichtungen, so erblickt man bei einer gewissen Stellung eine Reihe isochromatischer, also gleichfarbiger, concentrischer Ringe, von denen eine gewisse Anzahl in der Ordnung der Newton'schen Farbenringe (s. Art. Farbenringe) auf einander folgt. — Isochromatische Brillen haben Gläser, die aus weissem Glase bestehen, an welches eine gleich dicke Schale von blauem Glase gekittet ist.

Isochron } **Isochronisch** } bedeutet gleich lange Zeit während, z. B. Pendel von gleicher Pendellänge schwingen isochron, wenn die Ausschlagswinkel auch ungleich sind, aber 5° nicht überschreiten.

Isochronismus bedeutet die gleich lange Dauer der Pendelschwingungen. Vergl. Art. Isochron.

Isoclinisch bedeutet gleich grosse Neigung zeigend. Isoclinische Linien verbinden die Orte, an denen die Inclinationsnadel gleich grosse Inclination (Neigung) zeigt. Vergl. Art. Neigung der Magnetnadel.

Isodimorph, s. Art. Dimorph.

Isodynamisch bedeutet gleich grosse Kraft zeigend. Isodynamische Linien nennt man diejenigen, welche die Orte verbinden, an denen die Intensität des Erdmagnetismus dieselbe Grösse hat. Vergl. Art. Magnetismus der Erde. 3.

Isogeothermen nennt man Linien, welche die Höhenpunkte verbinden, an welchen der Boden dieselbe Temperatur hat. In den Centralalpen erkennt man aus den Isogeothermen eine Erhöhung der Bodentemperatur mit der Erhebung der Gebirgsmasse. Vergl. Art. Erdwärme.

Isogonisch bedeutet gleichwinkelig. Isogonische Linien nennt man die Linien, welche die Orte verbinden, an denen die magnetische Declination dieselbe ist. Vergl. Art. Declination der Magnetnadel.

Isohyetosen nannte Berghaus Linien, welche die Orte verbinden, an denen die mittlere Regenhöhe dieselbe ist. Vergl. Art. Regen.

Isoklinisch, s. Art. Isoclinisch.

Isokrymen nennt Dana die Linien, welche die Orte verbinden, an denen die Temperatur der Meeresoberfläche während der 30 auf einander folgenden kältesten Tage gleich niedrig ist. Sie stellen also nicht den thermischen Zustand der Meeresoberfläche zu irgend ein und derselben Zeit dar. Ihre Bedeutung ist eine vorzugsweise zoologische; es verbreiten sich z. B. über den von der Isokryme 68° F. umspannten Raum hinaus keine Zoophyten. Im atlantischen Oceane ist der Verlauf der Isokrymen nahe übereinstimmend mit der Januar-Isotherme auf der nördlichen und der August-Isotherme auf der südlichen Halbkugel.

Isolator bezeichnet einen Nichtleiter oder schlechten Leiter der Electricität im Gegensatze zu den Leitern oder guten Leitern oder Conductoren. Die besten Isolatoren sind Glas, Siegellack, Gutta-Percha, überhaupt die Harze, Seide, Schwefel. Vergl. Art. Electricität und Leiter.

Isolatorium heisst eine vorzugsweise zum Isoliren bestimmte Vorrichtung, z. B. Isolirschemel.

Isoliren heisst einen Körper nur mit Isolatoren in Verbindung setzen.

Isolirschaukel ist ein an seidenen Schnüren hängender Sitz, auf welchem eine Person, wie auf einer Schaukel, Platz nehmen kann, um der Wirkung der Electricität ausgesetzt werden zu können. Diese Schaukeln sind nur selten noch in Gebrauch und werden durch den Isolirschemel bequemer vertreten.

Isolirschemel ist ein aus einem trockenen Brette bestehender und mit Glasfüssen versehener Schemel, so dass sich eine Person darauf stellen kann. Das Brett darf keine scharfen Kanten und spitzen Ecken haben. Vergl. Art. Isolirschaukel.

Isomerie nannte Berzelius die Eigenthümlichkeit zweier oder mehrerer Verbindungen, bei gleicher procentischer Zusammensetzung mit wesentlich verschiedenen Eigenschaften aufzutreten, so dass die isomeren Verbindungen sehr oft trotz der gleichen elementaren Zusammensetzung nicht die mindeste Aehnlichkeit mit einander haben, z. B. Zucker,

Stärkemehl und Dextrin, oder unterschwefelige Säure und Pentathionsäure. Oft ist der Unterschied nur ein physikalischer und betrifft nur die Krystallform, die Härte, das specifische Gewicht, die Farbe, den Schmelzpunkt etc., z. B. Kalkspath und Arragonit. In diesem Falle unterscheidet man die Körper nur als Modificationen derselben chemischen Zusammensetzung. Eigentlich isomere Körper sind auch in ihren chemischen Eigenschaften verschieden, z. B. der eine kann als Säure, der andere als neutraler Körper auftreten, z. B. Buttersäurehydrat und Essigäther. Vergl. überdies Art. Metamerie.

Isomeromorphismus hat Laurent als Bezeichnung für solche Körper vorgeschlagen, welche zugleich isomer und isomorph sind. Lässt man z. B. auf Naphthalin zuerst Brom und dann Chlor oder zuerst Chlor und dann Brom einwirken, so erhält man verschiedene Körper, welche dieselben Verhältnisse in den Elementen und auch im Allgemeinen dieselbe Krystallform haben.

Isometrisches Krystallsystem, s. Art. Krystallographie. A.

Isometrische oder **isoperimetrische Perspective** ist eine beim Maschinenzeichnen von Farisch in Anwendung gebrachte Methode der Projectionszeichnung, bei welcher eine unendliche Entfernung des Auges in der Lage vorausgesetzt wird, dass es sich auf der Richtung befindet, welche mit den drei Hauptaxen des abzubildenden Gegenstandes gleiche Winkel einschliesst, also z. B. bei einem Würfel auf einer Diagonale desselben, wo man dann alle drei dem Auge zugekehrten Seiten ganz gleich sieht und alle Seitenlinien sich gleich darstellen. Vergl. Art. Horizontalprojection. Die drei hierbei zu Grunde gelegten zu einander senkrechten Ebenen heissen bei dieser Methode isometrische Ebenen.

Isomorph.
Isomorphie.
Isomorphismus.
Den Begriff Isomorphismus stellte 1819 zuerst Mitscherlich auf. Es liegt demselben die Thatsache zu Grunde, dass es Stoffe von verschiedener chemischer Beschaffenheit, aber gleicher atomistischer Constitution und gleicher Krystallform giebt, welche einander in ihren chemischen Verbindungen, im Verhältniss ihrer Atomgewichte (Aequivalente, s. d. Art.) ersetzen können, ohne dass die Krystallform der betreffenden Verbindungen dadurch im Wesentlichen geändert wird. Zu vollkommener Isomorphie zweier oder mehrerer Körper gehören gleiche stöchiometrische Formel, gleiche Krystallform und gleiches Atomvolumen, d. h. gleiche chemische Gewichtsquotienten. Vergl. Art. Dimorph, Heteromorph.

Isoperimetrisch, s. Art. Isometrisch.

Isorachien oder Fluthlinien verbinden Orte, welche an einem bestimmten Tage um dieselbe Stunde volle Fluth haben. Vergl. Art. Ebbe. S. 237.

Isotheren, Linien gleicher mittlerer Sommertemperatur. Vergl. Art. Isochimenen und Isothermen.

Isothermen sind Linien, welche Orte gleicher mittlerer Jahrestemperatur verbinden. A. v. Humboldt hat (1817) dies zuerst ausgeführt und dadurch die Hauptgrundlage der vergleichenden Klimatologie gegeben. — Die mittlere Temperatur des Jahres ist das arithmetische Mittel aus den mittleren Temperaturen der 12 Monate; die mittlere Temperatur eines Monats ist das arithmetische Mittel aus den mittleren Temperaturen aller Tage des Monats; die mittlere Temperatur eines Tages ist die Summe der Resultate einer Anzahl im Laufe eines Tages gemachten Beobachtungen dividirt durch die Anzahl dieser Beobachtungen. Für Petersburg besitzen wir Thermometerbeobachtungen von Stunde zu Stunde, Tag und Nacht, welche einen sechsjährigen Zeitraum von 1841 ab umfassen. Chiminello lieferte zuerst eine solche 16 Monate umfassende Beobachtungsreihe für Padua. Jetzt bestimmt man das Tagesmittel aus einer geringeren Anzahl von Beobachtungen. Dove hält das Mittel aus den drei Beobachtungen um 7, 2 und 9 Uhr für das zuverlässigste. An vielen Punkten der nordamerikanischen Freistaaten wird zu diesen Stunden beobachtet, ebenso in dem deutschen meteorologischen Vereine. Brewster schlug Beobachtungen in mehreren gleichnamigen Stunden vor, etwa um 4 Uhr und um 10 Uhr Morgens und um 4 Uhr Nachmittags und 10 Uhr Abends. Das Mittel soll bis auf $^1/_{10}$ Grad genau sein. Ebenso hat man drei Beobachtungen: bei Sonnenaufgang, um 2 Uhr Nachmittags und bei Sonnenuntergang in Vorschlag gebracht. Auf dem pariser Observatorium nimmt man das Mittel aus dem Maximum und Minimum des Thermometerstandes, welche man mittelst des Thermometrographen (s. d. Art.) bestimmt. Auch noch andere Beobachtungsstunden sind in Vorschlag gebracht worden. — Das Jahresmittel findet man ziemlich genau aus den Monatsmitteln des April und October. — Erst Perioden, welche gegen 10 Jahre umfassen, stimmen übrigens in den Monats- und Jahresmitteln so überein, dass die Differenz als Null betrachtet werden kann, so dass erst das arithmetische Mittel aus einer grösseren Anzahl von Jahresmitteln die mittlere Temperatur eines Ortes genau liefert. Bei den Monatsmitteln zeigt sich eine bis auf 9 Grad steigende Differenz, während diese bei den einzelnen Jahresmitteln nur gegen 2 Grad beträgt. — Annähernd findet man übrigens die mittlere Jahrestemperatur eines Ortes auch durch die Temperatur der Quellen (vgl. Art. Quelle. B.).

Will man durch die Isothermen eine Einsicht in die klimatischen Verhältnisse des Erdkörpers gewinnen, so muss man dieselben auf die Meeresfläche projiciren. Die Wärme der Luft nimmt ab, wenn wir uns an derselben Stelle in der Atmosphäre erheben. Man muss daher die Temperatur der einzelnen Beobachtungsstationen um soviel erhöhen, als die Wärmeabnahme verlangt, welche sie wegen ihrer Erhebung über

das Meer erleiden. Im Mittel nimmt man für 1° C. eine Erhebung von 600 Fuss an.

Wenn die Oberfläche der Erde durchweg von derselben Beschaffenheit und frei von Erhöhungen und Vertiefungen wäre, so müsste die mittlere Temperatur der auf demselben Parallelkreise gelegenen Orte durchaus dieselbe sein, indem dieselbe allein nach der grösseren oder geringeren Schiefe, in welcher die Sonnenstrahlen auffallen, sich richten müsste, in dieser Beziehung aber unter demselben Parallelkreise liegende Orte unter denselben Verhältnissen stehen. Man könnte ferner vermuthen, dass Orte, die von dem Südpole ebensoweit wie andere Orte vom Nordpole abstehen, gleiche mittlere Temperatur mit diesen haben sollten. Allein schon das ungleiche Absorptions- und Emissionsvermögen (Verschluckungs- und Ausstrahlungsvermögen) des festen Landes und des Wassers für die Wärmestrahlen macht das Erstere nicht wahrscheinlich, und die ungleiche Vertheilung des Festen und Flüssigen auf der südlichen und nördlichen Halbkugel der Erde ebensowenig das Andere. Die Erfahrung bestätigt dies und Isothermkarten geben davon die deutlichste Anschauung. Isothermkarten sind jetzt leicht zugänglich und finden sich in vielen Atlanten. Es sei hier nur bemerkt, dass man die Isotherme für 28° C. häufig den W ä r m e ä q u a t o r nennt. Der Wärmeäquator liegt in Amerika und Afrika nördlich von dem Erdäquator, schneidet die Landenge von Panama, nähert sich dem Erdäquator im atlantischen Oceane, ohne ihn jedoch zu berühren, tritt an der Ostspitze Afrika's aus diesem Erdtheile heraus, schneidet Vorderindien, geht zwischen Sumatra und Borneo auf die Südseite des Erdäquators, macht zwischen Java und Celebes einen südlichen Bogen, nähert sich bei Neuguinea wieder dem Aequator, weicht darauf etwas südlich aus, schneidet den Erdäquator ungefähr in der Mitte des stillen Oceans und läuft darauf ziemlich dem Aequator parallel nach der Landenge von Panama. Nördlich entfernt sich derselbe bis 15°, aber südlich nur bis $6^1/_2$° von dem Erdäquator. — Das Ergebniss der Isothermkarten ist, dass die Tropenzone in Afrika die heisseste Gegend auf der Erde ist; dass der heisse Erdgürtel in Afrika um 1°, 2 wärmer ist als in Südasien und um 2°, 3 wärmer als die Küstenländer im tropischen Amerika; dass die Tropen Asiens um 1°, 1 wärmer sind als die Tropen Amerikas; dass die tropischen Küstenländer der alten Welt um 1°, 6 wärmer sind als die tropischen Küstenländer des neuen Continents; dass die Tropenzone des stillen Oceans, im stromfreien Meere, um $1^1/_4$° wärmer ist als die gleichnamige Zone des atlantischen Oceans. — Die aussertropischen Isothermen bilden im westlichen oder atlantischen Europa Wellenlinien, bei denen sich etwa drei convexe und zwei concave Scheitel erkennen lassen. Die Isothermzone des mittelländischen Meeres scheint sogar in ihren Grenzcurven vier convexe und drei concave Scheitelpunkte zu haben. Besonders auffallend ist die Reihe der convexen, zugespitzten

Scheitel, welche von dem Südende Portugals über die Mitte der iberischen Halbinsel, die Westspitze Frankreichs, die Insel Man, zwischen den shetländischen Inseln und den Faröern hindurch, östlich von Island und westlich der Lofodden ziehen. Auf diese Beugung der Isothermen im Gebiete des mittelländischen Meeres und im westlichen Europa üben wahrscheinlich die warmen Luftströme ihren Einfluss aus, welche aus der Mitte des nordatlantischen Oceans an die westlichen Gestade Europas gelangen; dann aber auch die Gluthwinde Afrikas, die sich aus dem Sandocean der Sahara erheben und ihre Hitze über Europa auf Linien ausschütten, welche die Gebirgslücken zu ihrem Durchgange gewählt haben. — Ein anderes, der Beachtung nicht unwerthes Phänomen ist das Zusammendrängen der Isothermen von $22^1/_2{}^0$ bis 10^0 im Südosten von Europa, auf der Grenze mit Asien, innerhalb des kaspischen Seegebietes. Es wird diese Erscheinung hervorgebracht erstens von der Aequatorial-Beugung des 10. Isothermstriches gegen das Innere des Festlandes als Folge der östlichen Continental-Stellung, zweitens von der Nähe der heissen und trockenen Sandwüsten auf dem Tafellande von Iran, und drittens von der suboceanischen Lage des kaspischen Sees und seiner nächsten Umgebungen. — Betrachten wir die Isothermen an den Ostküsten der Continente im Vergleich mit denselben an den Westküsten, so sehen wir, dass auf der nördlichen Halbkugel die Isothermen an der Westseite weiter nach Norden hinaufsteigen, als sie auf der Ostseite liegen. Es ist also in gleichen Breiten die mittlere Jahrestemperatur an der Ostküste niedriger als an der Westküste.

Bei der Aufzählung der Ursachen, welche Störungen in der Gestalt der Isothermen hervorbringen, unterscheidet v. Humboldt die temperaturerhöhenden und temperaturvermindernden Ursachen. Zu der ersten Klasse gehören: die Nähe einer Westküste in der gemässigten Zone; die in Halbinseln zerschnittene Gestaltung eines Continents; seine tief eintretenden Busen und Binnenmeere; die Orientirung, d. h. das Stellungsverhältniss eines Theils der Feste, entweder zu einem eisfreien Meere, das sich über den Polarkreis hinaus erstreckt, oder zu einer Masse continentalen Landes von beträchtlicher Ausdehnung, welches zwischen denselben Meridianen unter dem Aequator oder wenigstens in einem Theile der tropischen Zone liegt; ferner das Vorherrschen von Süd- und Westwinden an der westlichen Grenze eines Continents in der gemässigten nördlichen Zone; Gebirgsketten, die gegen Winde aus kälteren Gegenden als Schutzmauern dienen; die Seltenheit von Sümpfen, die im Frühjahre und Anfange des Sommers lange mit Eis belegt bleiben, und der Mangel an Wäldern in einem trockenen Sandboden; endlich die stete Heiterkeit des Himmels in den Sommermonaten und die Nähe eines pelagischen Stromes, wenn er Wasser von einer höheren Temperatur, als das umliegende Meer besitzt, herbeiführt. — Zu den Kälte erregenden Ursachen zählt derselbe: die Höhe eines

Ortes über dem Meeresspiegel, ohne dass bedeutende Hochebenen auftreten; die Nähe einer Ostküste in hohen und mittleren Breiten: die massenartige (compacte) Gestaltung eines Continents ohne Küstenkrümmung und Busen; die weite Ausdehnung der Feste nach den Polen hin bis zu der Region des ewigen Eises, ohne dass ein im Winter offen bleibendes Meer dazwischen liegt; eine Position geographischer Länge, in welcher der Aequator und die Tropenregion dem Meere zugehören, d. i. der Mangel eines festen sich stark erwärmenden, wärmestrahlenden Tropenlandes zwischen denselben Meridianen wie die Gegend, deren Klima ergründet werden soll; Gebirgsketten, deren mauerartige Form und Richtung den Zutritt warmer Winde verhindert, oder die Nähe isolirter Gipfel, welche längs ihren Abhängen herabsinkende kalte Luftströme verursachen; ausgedehnte Wälder, welche die Insolation des Bodens hindern, durch Lebensthätigkeit der appendiculären Organe (Blätter) grosse Verdunstung wässeriger Flüssigkeit hervorbringen, mittelst der Ausdehnung dieser Organe die durch Ausstrahlung sich abkühlende Oberfläche vergrössern, und also dreifach: durch Schattenkühle, Verdunstung und Strahlung, wirken; häufiges Vorkommen von Sümpfen, welche im Norden bis in die Mitte des Sommers eine Art unterirdischer Gletscher in der Ebene bilden; einen nebeligen Sommerhimmel, der die Wirkung der Sonnenstrahlen auf ihrem Wege schwächt; endlich einen sehr heiteren Winterhimmel, durch welchen die Wärmestrahlung begünstigt wird. — Die gleichzeitige Thätigkeit dieser störenden Ursachen bestimmt als Totaleffect die Beugungen der Isothermen und erzeugt die convexen und concaven Scheitel der isothermen Curven.

Das Bild, welches man durch die Isothermkarte für die Vertheilung der mittleren Jahreswärme gewinnt, passt nicht für die einzelnen Abschnitte des Jahres: denn es ist der Wärmeunterschied zweier Orte nicht das ganze Jahr hindurch derselbe, und ebenso können zwei Orte bei gleicher mittlerer Jahreswärme wesentliche Unterschiede zeigen in den mittleren Temperaturen der einzelnen Monate und der Jahreszeiten. Es ist dies besonders wichtig für die Klimatologie (s. Art. Klima), weil man Gegenden von gleicher mittlerer Jahreswärme nicht ohne Weiteres als auch dem Klima nach gleich ansehen darf. — Um nun eine genauere Einsicht in die Wärmeverhältnisse der Erdoberfläche zu gewinnen, ist es nothwendig, für kleinere Zeiträume die Linien gleicher Wärme zu bestimmen und die Veränderungen zu verfolgen, welche die Lage dieser Linien während des ganzen Jahres durchlaufen. Schon A. v. Humboldt hat dergleichen Linien für die mittlere Winter- und mittlere Sommer-Temperatur zu bestimmen gesucht und jene nennt er Isochimenen, diese Isotheren; aber das Hauptverdienst gebührt Dove durch seine Monatsisothermen, worunter die Curven verstanden werden, welche Orte verbinden, die innerhalb desselben Monats eine

gleiche Temperatur haben. Verfolgt man die Veränderungen der Isothermen von Monat zu Monat, so ergiebt sich z. B. für die drei Welttheile der nördlichen Erdhälfte, dass in Asien die Isothermen in der jährlichen Periode am weitesten herauf und herunter rücken und sich die im Winter concaven Scheitel im Sommer in convexe verwandeln; dass sich in Europa die Isothermen am stärksten drehen; dass in Amerika die concaven Scheitel vom Winter nach dem Sommer hin aus dem Innern des Continents nach den Ostküsten rücken und sich erst im Spätsommer und Herbste verflachen. Asien hat daher kalte Winter und heisse Sommer; Europa mässigt beide Extreme; Amerika hat strenge Winter, ein kaltes Frühjahr, schliesst sich im Sommer an Europa an, übertrifft es aber durch die Schönheit seines Herbstes. Es kann hier in das Einzelne nicht eingegangen werden; indessen sind noch einige Punkte im Art. Klima hervorgehoben, auf welchen deshalb hier hingewiesen wird, namentlich ist dort der Charakter des See- und Continental-Klimas, abgesehen von den speciellen Artikeln, näher angegeben.

Verfolgt man die Verschiebung der Isothermen durch das ganze Jahr hindurch und fragt man, in welcher Richtung wir von einem bestimmten Orte fortschreiten müssen, um stets zu Punkten gleicher Wärme zu gelangen, so ergiebt sich, dass alle diese Richtungen in eine Fläche fallen, welche wie die Schneegrenze sich von den Polen nach dem Aequator hin immer höher erhebt. Der Durchschnitt einer solchen isothermen Fläche mit der Erdoberfläche ist die isotherme Linie. Nimmt die Mittagshöhe der Sonne zu, so erhebt sich die Temperatur an der Erdoberfläche, d. h. die isothermen Flächen heben sich und ihre Durchschnittslinien entfernen sich vom Aequator; bei abnehmender Mittagshöhe der Sonne findet das Entgegengesetzte statt. Die nördliche und südliche Erdhälfte stehen immer gleichzeitig in diesem Gegensatze. Da innerhalb der Wendekreise die Aenderung der Mittagshöhe der Sonne geringer ist als ausserhalb derselben, so haben diese isothermen Flächen hier gewissermassen einen festen Stützpunkt. Man kann sich daher eine solche Fläche wie eine zeltartige Hülle denken, welche am Aequator aufgehängt auf die nördliche und südliche Erdhälfte herabfällt und je nach der Veränderung der Mittagshöhe der Sonne sich hebt und senkt in der Weise, wie es vorher angegeben ist. Wie viel isotherme Flächen, so viel solcher Hüllen hätte man sich zu denken.

Jeder Breitenkreis hat eine bestimmte mittlere Wärme, wie verschieden auch die Temperatur unter den verschiedenen Längen ausfallen mag. Ein Ort nun, dessen Temperatur der mittleren seiner geographischen Breite entspricht, besitzt eine normale Temperatur; alle, deren Temperatur geringer ist, sind relativ kalt; alle, deren Temperatur höher ausfällt, relativ warm. Verbindet man alle Orte normaler Temperatur, so erhält man die thermischen Normalen, die zugleich die Grenzlinien des See- und Continentalklimas sind, wenn man alle Orte, die im Winter zu warm

und im Sommer zu kühl sind, dem Seeklima zurechnet, die hingegen dem continentalen, welche im Winter zu kalt und im Sommer zu warm sind. Durch diesen von Dove eingeführten Begriff kann man z. B. leicht beurtheilen, wenn man die Isothermkarten der einzelnen Monate, auf welchen die thermischen Normalen verzeichnet sind, zu Rathe zieht, ob ein Ort stets der einen Form, dem See- oder Continentalklima, angehört, oder ob er im Laufe des Jahres seine Rolle vertauscht. Asien liegt z. B. sowohl im Januar, als im Juli im Continentalklima, ebenso das Innere von Afrika; aber in Europa finden wir im Juli Continentalklima und im Januar Seeklima; in Neufundland und Labrador ist ein Wechsel in entgegengesetzter Weise.

An diese thermische Normale hat Dove ferner die Isanomalen angereiht, d. h. Linien, welche Orte gleicher thermischer Anomalie (s. Art. Anomalie, thermische) mit einander verbinden. Die thermische Normale stellt sich hierbei als die Isanomale heraus, für welche die Anomalie Null ist.

Isotrop nennt man ein Mittel, in welchem der Lichtäther nach allen Richtungen gleiche Geschwindigkeit erhält, im Gegensatze zu den heterotropen oder anisotropen Mitteln.

K.

Kabestan, s. Art. Cabestan.

Kälte im Sinne von Frost bezeichnet eine Temperaturerniedrigung bis unter den Eisschmelzpunkt. Sonst drückt Kälte eine Empfindung aus. Vergl. Art. Kalt. Die höchsten Kältegrade sind beobachtet worden in Jakutzk in Sibirien (62° n. Br.) — 46°,6 R. und im Fort Reliance in Nordamerika (63° n. Br.) — 45°,4 R. Auf der Insel Deception, eine der Südshetlandsinseln (63° s. Br.), war von 1829—1842 die niedrigste Temperatur nur — 16°,45 R.

Kälte, künstliche, s. Art. Kältemischung.

Kältemischung oder Frostmischung ist eine Mischung zur Erzeugung einer Temperatur unter dem Eispunkte. Bringt man zwei feste Körper oder einen festen und einen flüssigen Körper, welche ein Bestreben haben, sich mit einander zu vereinigen, zusammen, so kann diesem Streben nur Genüge geschehen, wenn beide tropfbarflüssig sind. Zum Tropfbarflüssigwerden ist Wärme nöthig, und wenn nun von aussen keine Wärme zugeführt wird, so müssen sie diese ihrer Umgebung entziehen, so dass sich diese dadurch mehr oder weniger stark abkühlt.

Man hat eine grosse Anzahl von Kältemischungen ermittelt. Da die Temperaturerniedrigung um so merklicher sein wird, je schneller sie eintritt, so empfiehlt es sich, den festen Körper möglichst zu zerstückeln und fleissig umzurühren. Bei Salzen, welche sogenanntes Krystall- oder Hydratwasser aufnehmen, ist darauf zu achten, dass sie mit demselben bereits gesättigt sind, weil sonst durch die Aufnahme desselben Wärme frei und mithin der Zweck vereitelt wird. Ausserdem muss man kein zu geringes Quantum verwenden, sondern mindestens 2 bis 3 Pfund der Mischung nehmen. Einige der Mischungen sind folgende: 3 Theile Schnee und 1 Theil Kochsalz geben die Temperatur des Fahrenheit'schen Nullpunktes; 1 Th. salpetersaures Ammoniak und 1 Th. Wasser erniedrigen von +10 bis —15,5° C.; ebenso 5 Theile Salmiak, 5 Th. Salpeter, 8 Th. Glaubersalz und 16 Th. Wasser; 8 Th. Glaubersalz und 5 Th. rohe starke Salzsäure von +10° bis —17°; 2 Th. Weingeist (70 Grad nach Richter) und 1 Th. Schnee von 0° bis —20°. Kühlt man die Mischung selbst erst ab, so werden noch grössere Temperaturerniedrigungen hervorgebracht. 1 Theil verdünnte Schwefelsäure und 1 Theil Schnee erniedrigen von —6,6° bis —51° C.; 1 Th. Chlorcalcium und 2 Th. Schnee von —9° bis —42° C.; 4 Th. Chlorcalcium und 3 Th. Schnee von 0° bis —49° C.; 2 Th. Chlorcalcium und 1 Th. Schnee von —18° bis —54° C.; 3 Th. Chlorcalcium und 1 Th. Schnee von —40° bis — 57° C. Auch Metalle bringen mit Quecksilber bedeutende Temperaturerniedrigungen hervor; so sank z. B. beim Auflösen eines Gemenges aus 59 Th. fein zertheiltem Zinn, 103½ Th. Blei und 182 Th. Wismuth in 808 Th. Quecksilber das Thermometer von +17,5° bis —10° C.

Ausser durch Kältemischungen kann man auch auf anderen Wegen bedeutende Temperaturerniedrigungen, sogenannte künstliche Kälte, erzeugen. Das Hauptmittel ist die Ueberführung eines Stoffes in einen höheren Aggregatzustand, namentlich die Verdunstung, weil hierbei Wärme gebunden und diese der Umgebung entzogen wird, wenn nicht auf andere Weise eine Zuführung derselben stattfindet. (Vergl. Art. Gebundene Wärme.) Schwefeläther erniedrigt z. B. durch Verdunsten an freier Luft die Temperatur um 32°,77 C., unter dem Recipienten der Luftpumpe bei Luftverdünnung um 50°,75, selbst um 72°,5 C. — Ueberzieht man eine Thermometerkugel mit Mousselin und benetzt diesen mit einigen Tropfen Schwefelkohlenstoff, so sinkt das Quecksilber von +15,75° bis auf —17,75° C. — Flüssige schwefelige Säure erzeugt durch Verdunstung ebenfalls eine sehr beträchtliche Kälte; es wird z. B. ein Thermometer nach der eben angegebenen Methode von + 10° bis auf —57° abgekühlt und unter der Luftpumpe bis auf —68°. — Noch kräftiger wirkt die flüssige und feste Kohlensäure, indem durch dieselbe eine Kälte von mehr als —90° erzeugt wurde. (Vergl. Art. Natterer's Apparat.) — Ein Eisapparat von Lawrence arbeitet

mit Aether, ebenso der von Harrison. Kirk benutzt zur Erzeugung von Kälte die Compression und Expansion der Luft.

Viele Erscheinungen im gewöhnlichen Leben gründen sich auf die Verdunstungskälte. Das Nähere enthält Art. Gebundene Wärme. Besondere Instrumente, die auf diesem Principe beruhen, oder bei denen wenigstens dasselbe nebenbei in Betracht kommt, behandeln besondere Artikel, z. B. Kryophor, Pulshammer, Daniell's Hygrometer im Art. Hygrometer. S. 478. etc.

Kältepol ist ein von Brewster eingeführter Begriff. Er nahm auf der nördlichen Hemisphäre zwei kälteste Stellen an, die er Kältepole nannte, und von denen die eine in Asien, die andere in Amerika zu beiden Seiten des Poles liegen sollte. Die dortigen Isothermen sollten sich um diese Stellen lemniscatenartig vertheilen. Nach Dove's Untersuchungen zieht sich jedoch der kälteste Raum auf der Erdoberfläche als ein länglich elliptischer von Nordasien nach Nordamerika hinüber. Bei weiterem Vordringen nach Norden von den Rändern dieses Raumes hat sich überall eine Erniedrigung des Jahresmittels ergeben. Das niedrigste Jahresmittel ist von Dr. Kane im Renselaer Hafen (78⁰ 37′ n. B. und 68⁰ 58′ w. L. von Greenwich) zu —15⁰,65 R. beobachtet worden. Den amerikanischen Kältepol setzte Brewster auf 73⁰ n. Br. und 100⁰ w. Länge, den asiatischen auf 73⁰ n. Br. und 80⁰ östl. Länge von Greenwich.

Kältestrahlen nahm neben Wärmestrahlen Rumford zuerst an: auch Leslie glaubte noch, dass dergleichen vorhanden sein müssten. Alle Erscheinungen, welche diese Annahme rechtfertigen sollten, haben sich durch die blosse Annahme von Wärmestrahlen erklärbar erwiesen. z. B. der Pictet'sche Versuch, wenn in dem Brennpunkte des einen Spiegels Eis ist, und somit ist auf dem jetzigen Standpunkte nicht mehr von Kältestrahlen die Rede. Vergl. Art. Wärme, strahlende.

Kämme nennt man die auf der Radfläche eines Kron- oder Kammrades senkrecht stehenden Zähne.

Kakerlaken oder Albinos nennt man Menschen und warmblütige Thiere, denen das kohlenstoffige Pigment fehlt, welches sich in der Haut, in den Haaren und in dem Innern des Auges absetzt, weshalb erstere blendend weiss ist, fast ins Gelbliche übergeht und vollständigen Mangel an Fleischfarbe leidet, das Haar seidenartig ist und die Pupille des Auges roth erscheint. Unter den Kaninchen und Mäusen sind die Albinos sehr häufig.

Kaleidophon oder phonisches Kaleidoskop ist ein von Wheatstone angegebenes Instrument, mittelst dessen bei schwingenden Körpern — an einem Ende festgehaltenen, am andern Ende freien Stäben — die Bahnen der Punkte der grössten Ausbiegung sichtbar gemacht werden. — Der Apparat besteht aus einer Holzplatte mit runden, eckigen, geraden oder gebogenen Stäben, die an ihren freien Enden

spiegelnde Glaskugeln von etwa $^1/_3$ Zoll Durchmesser, oder eine verstellbare Platte mit verschiedenfarbigen, symmetrisch geordneten Knöpfen tragen. Setzt man einen der Stäbe durch einen mit Leder überzogenen Hammer oder durch einen Violinbogen in Schwingungen, so bildet der Endpunkt, indem er das darauf fallende Licht reflectirt, und da der Eindruck im Auge länger andauert, als die Schwingung Zeit erfordert, stetige, in sich zurückkehrende Lichtlinien, die sich unablässig verändern. Am besten gelingt der Versuch im Sonnenlichte, welches man in ein dunkles Zimmer leitet. Die Linien sind nach den Stäben verschieden und auch nach der Art, durch welche sie in Schwingungen versetzt werden.

Kaleidopolariskop, das, ist eine Erfindung Petrina's. In die Augenöffnung eines Kaleidoskops wird ein Doppelspath oder ein Nicol-sches Prisma gesetzt und zwischen die parallelen reinen Glasplatten am anderen Ende werden Gypsblättchen von verschiedener Dicke und Form gebracht. Das Instrument ist für polarisirtes Licht sehr empfindlich und man erhält daher in demselben überraschend schöne Bilder.

Kaleidoskop (Schöngucker) ist ein von Brewster 1817 erfundenes Instrument. Zwei ebene rechteckige Spiegel werden unter einem Winkel, welcher $^1/_6$, $^1/_8$, $^1/_{10}$ etc. von 4 Rechten beträgt (gewöhnlich 30^0 oder 60^0), an die innere hohle Seite eines aus Pappe oder aus Blech gefertigten Rohres von 8 bis 10 Zoll Länge befestigt, so dass die Spiegelflächen einander entgegenstehen. Die eine (obere) Oeffnung des Rohres ist bis auf eine kleine kreisrunde Oeffnung, welche beim Gebrauche vor das Auge gebracht wird, verschlossen. Am anderen Ende des Rohres befindet sich dicht an den nicht ganz bis dahin reichenden Spiegeln ein helles, ebenes, rundes, das Rohr verschliessendes Glas und in geringem Abstande von diesem Glase ist parallel mit demselben noch ein zweites, mattgeschliffenes, ebenes Glas, welches das Rohr an diesem Ende abschliesst, angebracht. Zwischen beide, etwa eine Linie von einander abstehende Gläser werden allerhand kleine, am besten bunte, durchsichtige oder durchscheinende Körper gebracht, welche nun beim Drehen und leisen Schütteln des Instrumentes verschiedene Lagen gegen einander annehmen. Das Auge, welches durch die angegebene Oeffnung sieht und das Rohr gegen das Tageslicht kehrt, erblickt bei jeder Lage der Körperchen die regelmässigsten, bald vom Mittelpunkte ausgehenden, bald vom äusseren Umfange nach diesem hin sich erstreckenden Sterne.

Die Entstehung dieser Bilder gründet sich darauf, dass zwischen zwei geneigten Spiegeln ein Körper in jedem ein Bild giebt, welches hinter dem einen und dagegen vor dem andern liegt und folglich auf letzteren wie ein wahrer Gegenstand wirkt. Daraus folgt in diesem Spiegel ein zweites Bild, welches in dem ersten ein drittes Bild geben

kann u. s. f. Allein diese Bilder entfernen sich immer mehr von dem Gegenstande und fallen endlich in den Scheitelwinkel der Spiegel, also hinter jeden derselben, so dass sie unwirksam werden. Bezeichnet man den Winkel der Spiegel mit $\varphi = \frac{\pi - \psi}{n}$ oder $\pi = n\varphi + \psi$, wo n eine ganze Zahl, ψ positiv und kleiner als φ ist, und vorausgesetzt wird, dass φ kleiner als π ist, so ist die Anzahl der Bilder, den leuchtenden Punkt zwischen den Spiegeln mit gerechnet, $= 2n$, oder $= 2n + 1$, oder $= 2n + 2$, oder $= 2n + 3$. Für jeden besonderen Werth von φ finden nur zwei dieser Werthe statt, und zwar ist im Allgemeinen, wenn $\psi < {}^1/_2\, \varphi$ ist, die Anzahl der Bilder $2n + 1$ oder $2n + 2$; und wenn $\psi > {}^1/_2\, \varphi$ ist, $2n + 2$ oder $2n + 3$, je nach der Lage des leuchtenden Punktes. Ist $\psi = 0$, so reducirt sich die Anzahl der Bilder immer auf $2n$, so dass dann dieselbe von der Lage des Punktes zwischen den beiden Spiegeln unabhängig ist. Ist $\psi = {}^1/_2\, \varphi$, so wird die Anzahl der Bilder $2n + 2$, reducirt sich aber auf $2n + 1$, wenn der Punkt von beiden Spiegeln gleich weit entfernt ist.

Abänderungen und Verbesserungen des Kaleidoskops sind das Chromatoskop, das Debuskop, das Typoskop (s. diese Art.) Auch hat man das Kaleidoskop hinter einer kleinen Camera obscura (s. d. Art.) angebracht und braucht dann keine besonderen Objecte, sondern richtet das Instrument wie ein Fernrohr auf einen beliebigen Gegenstand.

Kaleidoskop, phonisches, s. Art. Kaleidophon.

Kalenderjahr, s. Art. Schaltjahr.

Kaliber, s. Art. Caliber.

Kalklicht, s. Art. Drummond'sches Licht.

Kalkspath ist krystallisirter kohlensaurer Kalk. In der Physik ist besonders der unter dem Namen Doppelspath bekannte isländische Kalkspath wegen seiner doppelten Strahlenbrechung wichtig. Vergl. Art. Brechung. A. II.

Kalksteinhöhlen sind im Kalkgebirge vorkommende Höhlen (s. d. Art.), enthalten gewöhnlich Tropfsteinbildungen und heissen daher auch in diesem Falle Tropfsteinhöhlen. Sie bieten gewöhnlich ein System mehr oder minder grosser gewölbter Räume dar, die durch engere, oft steil abfallende Kanäle verbunden sind. Der Boden ist häufig mit Lagen eines eisenhaltigen Lehmes bedeckt, in welchem Knochen vorweltlicher Thiere mit Geröllen gemengt vorkommen und worüber fast immer eine Decke von Tropfkalk ausgebreitet ist. Die Knochen gehören vorzugsweise Bären (*Ursus spelaeus*), Hyänen (*Hyaena spelaea*), Dickhäutern, Nagethieren, Wiederkäuern und Vögeln an und sind wahrscheinlich durch Wasserströme dahin gebracht. In Deutschland sind Knochenhöhlen namentlich im fränkischen Jura bei

Muggendorf und Gailenreuth, ferner im Uebergangskalke des Harzes, z. B. die Baumannshöhle und Bielshöhle. Auch Westphalen, der schwäbische Jura, Böhmen, Steiermark und Kärnthen haben solche Höhlen aufzuweisen. In Belgien finden sich dergleichen in der Provinz Lüttich, in Frankreich im Jura, in England in Yorkshire. Auch Brasilien und Australien enthalten dergleichen.

Kalmen, s. Art. Calmen.

Kaloskop nennt W. H. Heys ein Instrument, das aus verschiedenen Systemen von je zwei gefärbten Gläsern besteht, die dazu dienen, bei der Beobachtung mit dem Mikroskope die Beleuchtung von oben und unten mit farbigem Lichte hervorzubringen; z. B. von unten roth, von oben grün.

Kalotypie nannte Talbot das Verfahren, Lichtbilder auf Papier zu erzeugen, das präparirte Papier Kalotype.

Kalt bezeichnet, dass ein Körper relativ zu einem anderen weniger warm ist. Bei Berührung nennen wir einen Körper kalt, wenn er im Verhältniss zu dem Theile unseres Körpers, welcher mit ihm in Berührung kommt, weniger Wärme enthält und daher unserm Körper Wärme entzieht. Eiskalt nennen wir den Körper in diesem Falle, wenn die unserm Körper entzogene Wärme in kurzer Zeit eine grössere Menge beträgt.

Kaltbrüchig nennt man phosphorhaltiges Eisen, weil es sich zwar in der Hitze bearbeiten lässt, aber leicht nach dem Abkühlen bricht, wenn es gebogen oder gestossen wird. Vergl. Art. Rothbrüchig.

Kalter Schlag heisst im gemeinen Leben ein nicht zündender Blitzschlag. Das Nichtzünden kommt vielleicht daher, dass der Blitz zu stark war und zu schnell über die Körper hinfuhr. Schiesspulver wird z. B. durch starke Schläge nur umhergeschleudert, aber durch schwächere entzündet, wie Experimente mit der electrischen Batterie beweisen. Oft mag auch der Regen die schlechten Leiter so durchnässt haben, dass die Feuchtigkeit dem Blitze zum Leiter dient. Vielleicht hat auch der starke Luftzug, welcher bei einem heftigen Schlage stattfindet, die eben entstandene Flamme wieder ausgelöscht. Es ist sogar vorgekommen, dass die Entzündung, welche ein Blitzstrahl verursacht hatte, durch einen zweiten Schlag wieder ausgelöscht worden ist.

Kaltwasserpumpe nennt man bei stehenden Dampfmaschinen eine von der Dampfmaschine mit getriebene Pumpe, welche für den Fall, dass kein freier Wasserzufluss zu der Kaltwassercysterne, von welcher aus durch den Injectionshahn fortwährend kaltes Wasser in den Condensator gespritzt wird, statt findet, die Cysterne mit Wasser versorgt.

Kameel nennt man eine Maschine, um schwer beladene und tiefgehende Schiffe über Untiefen zu bringen, überhaupt zu heben. Ein Kameel ist etwa ein 130 Fuss langer Kasten oder plattes Fahrzeug von 11 bis 13 Fuss Tiefe, an der einen Seite nach der Form eines Schiffes

gestaltet, so dass es aussen an ein solches passt, an der anderen Aussenseite senkrecht. Der innere Raum besteht aus 8 wasserdicht von einander getrennten Abtheilungen, von denen jede durch Ausziehen eines an der Seite befindlichen Spuntes voll Wasser gelassen werden kann. Soll ein Schiff gehoben werden, so bringt man an jede Seite ein Kameel, so dass sie dasselbe mit ihren gebogenen Seiten umschliessen. Durch starke unter dem Kiele des Schiffes hinweggehende Taue werden beide Kameele verbunden, die Abtheilungen voll Wasser gelassen und die Taue steif angeholt. Hierauf wird das Wasser wieder ausgepumpt, so dass die Kameele wieder steigen und das Schiff mit heben.

Kamin nennt man einen offenen, in einer Nische am unteren Theile der Wand, da wo der Schornstein in die Höhe steigt, angebrachten Feuerherd, so dass das Feuer seine Wärme in das Zimmer strahlt, während der Rauch durch den Schornstein abzieht. Siehe folgenden Artikel.

Kaminheizung, Heizung mittelst eines Kamines, gründet sich auf die Erwärmung der Luft durch unmittelbare Ausstrahlung der Wärme des Feuers. Es gehen hierbei, da eben nur die strahlende Wärme wirkt, zwei Drittel bis drei Viertel der aus dem Brennmateriale entwickelten Wärme verloren; ausserdem hält die Erwärmung nicht lange vor, da ein bedeutender Luftwechsel durch den Schornstein stattfindet. Ist kein genauer Verschluss des Kamines oder Schornsteines angebracht, so findet überdies, auch wenn nicht geheizt wird, ein mehr oder weniger heftiger Luftzug im Zimmer statt. Auf diese Art seine Zimmer heizen zu wollen, ist Luxus; trotzdem erhält sich diese Heizung in England und Frankreich. Rumford hat insofern Verbesserungen angebracht, als er die Oeffnung nach dem Schornsteine verengte, die Tiefe des Herdes verminderte, die Seitenwände unter Winkeln von 135° gegen die Hinterwand geneigt errichtete und am Eingange des Schornsteines eine um ihre Axe drehbare Platte anbrachte, deren Stellung man reguliren kann, um den Zug in seine Gewalt zu bekommen. — Eine Combination von Ofen und Kamin nennt man Kaminöfen oder Ofenkamine. Hierdurch wird eine Circulation der Wärme durch den Ofen bewirkt, ehe dieselbe in den Schornstein entweicht. — Bei dem Pennsylvanischen oder Franklin'schen Kamine ist zwischen dem Feuer und der mit der Herdsohle in gleicher Höhe liegenden Schornsteinmündung quer durch den ganzen Feuerraum noch ein eiserner parallelepipedischer Kasten angebracht, welcher bis auf 2 bis $2^1/_2$ Zoll sich der Decke des Feuerraumes nähert und von der Hinterwand (Schornsteinwand) 3 bis 4 Zoll absteht. Der Kasten selbst ist durch Scheidewände in Abtheilungen getheilt, so dass auch durch ihn die Luft circulirt, indem sie vorn unten eintritt und hinten oben wieder entweicht. Ueber Heizung überhaupt vergl. Art. Heizung.

Kamm, s. Art. Räderwerk. A.

Kammer, s. Art. Camera.

Kammrad heisst ein Rad an der Welle mit horizontaler Axe, also verticaler Fläche und auf der Fläche senkrecht stehenden Zähnen; liegt die Axe vertical, also die Fläche horizontal, so heisst das Rad Kronrad. S. Art. Räderwerk. A.

Kanalheizung besteht darin, dass unter dem Fussboden des zu erwärmenden Raumes Kanäle angebracht sind, in welchen der Rauch des Feuers und die erhitzte Luft fortgeführt werden. Die hierdurch erwärmten Kanäle wirken erwärmend auf die Luft des zu erwärmenden Raumes. Diese Methode ist wahrscheinlich die älteste zur Erwärmung von Wohnungen und findet jetzt wohl nur noch in Gewächshäusern Anwendung. Ueber Heizung überhaupt vergl. Art. Heizung.

Kanalwaage, s. Art. Canalwaage und Nivelliren.

Kanarienglas ist Uranglas. S. Art. Uranglas.

Kanone, electrische, s. Art. Pistole, electrische.

Kante heisst die Durchschnittslinie zweier Flächen. Brechende Kante heisst die Kante eines brechenden Winkels. Vergl. Art. Prisma und Krystallographie. A.

Kantenwinkel oder Neigungswinkel zweier Ebenen ist der Winkel, welchen zwei gerade Linien mit einander bilden, welche in demselben Punkte auf der Kante, in der sich beide Ebenen schneiden, senkrecht stehen, und von denen die eine in der einen, die andere in der anderen Ebene liegt.

Kappenliderung oder Stulpliderung ist eine Lederdichtung der Kolben bei Wasserpumpen. S. Art. Pumpe. e.

Kapselapparat nannte Erdmann eine von ihm construirte hydroelectrische Säule, die aber jetzt ganz ausser Gebrauch ist. Zink- und Kupferplatten von 14" Seite im Quadrat waren nur durch einen 1 Linie breiten dünnen Pappstreifen, der am Rande angekittet war, von einander getrennt; von der einen Seite ging eine Rinne in den zwischen beiden Platten befindlichen Raum, der eben Kapsel genannt wurde; diese Kapseln wurden in einem Kasten neben einander geschichtet, so dass die Kupferseite der einen mit der Zinkseite der anderen in Berührung kam, und der Kasten mit Flüssigkeit gefüllt, wodurch also eine horizontale Säule entstand.

Kapselbarometer oder Flaschenbarometer, s. Art. Barometer. S. 71.

Karat heisst ein in der Münze und beim Handel mit Edelsteinen gebräuchliches Gewicht. Vergl. Art. Gewichte zu Ende. Das Wort Karat soll von dem Namen einer Art Bohnen (der Frucht einer Species von Erythrina) abgeleitet sein, die in Schangallas, dem Hauptmarktplatze für den Handel mit Goldkörnern in Afrika, einheimisch ist. Der Baum, der diese Früchte trägt, heisst bei den Eingeborenen Kuara (Sonne), weil Blumen und Früchte eine goldgelbe Farbe haben. Da die trocknen

Bohnen fast immer genau dasselbe Gewicht besitzen, so bedienen sich seit undenklichen Zeiten die Wilden ihrer zum Abwägen des Goldes. Diese Bohnen kamen später auch nach Ostindien und wurden dort zum Abwägen der Diamanten gebraucht. Bei Goldlegirungen wird die kölnische oder augsburger Mark in 24 Karat getheilt. Ein Juwelen-Karat beträgt im Allgemeinen $1/72$ Loth kölnisch.

Karfunkel ist der edle oder orientalische Granat.

Karten, welche physikalische Verhältnisse übersichtlich darstellen sollen, siehe in den näher bezeichnenden Artikeln; z. B. Declinationskarten, Regenkarten etc.

Kastenapparate oder Trogapparate sind durch die constanten Batterien ausser Gebrauch gekommene hydroelectrische Apparate. Sie bestanden aus schmalen, parallelepipedischen Trögen oder Kasten von Kupferblech, in welche eine Zinkplatte isolirt eingeschoben wurde, und die im Inneren mit Flüssigkeit gefüllt waren. Jede Zinkplatte kam in Verbindung mit dem nächsten Kupferbehälter, oder alle Zinkplatten und alle Kupferbehälter konnten unter sich verbunden werden. Oersted in Kopenhagen und Graf Stadion in Wien haben diese Apparate angegeben.

Kasten, optischer, s. Art. Guckkasten.

Kastengebläse gehören zu den trockenen Gebläsen (s. Art. Gebläse), bestehen meist aus Holz und der Unterkasten (Kolben genannt), d. h. der untere Theil des gewöhnlichen doppelten Blasebalgs, wird in den Oberkasten — eben wie ein Kolben — eingeschoben. Durch die eisernen Cylindergebläse sind diese Kastengebläse verdrängt worden.

Kastenkunst, s. Art. Kastenwerk.

Kastenventil nennt man bisweilen das Muschel- oder C-Schieberventil bei den Dampfmaschinen. S. Art. Dampfmaschine.

Kastenwerk oder Kastenkunst ist eine Verbesserung des Paternosterwerkes (s. d. Art.). An zwei parallelen Ketten ohne Ende hängen in gleichen Entfernungen Kasten, welche auf einer schiefen Ebene auf und nieder gehen und sich oben ihres Gehaltes (Wasser oder bei Baggermaschinen Schlamm) entledigen.

Katakaustica | **Katakaustische Linie** } heisst die durch Reflexion entstehende Brennlinie. S. Art. Brennlinie.

Katakustik ist eine selten gebrauchte Bezeichnung für die Lehre von der Zurückwerfung des Schalles, ebenso wie Kataphonik.

Katalyse nannte Berzelius eine Zersetzung durch die von ihm angenommene katalytische Kraft. Durch Wärme, Licht oder Electricität, oder auch blos durch die Gegenwart eines sonst nicht betheiligten Körpers erleidet die chemische Verwandtschaft zweier oder mehrerer Stoffe oft eine Veränderung, so dass entweder chemische Verbindungen oder Zersetzungen entstehen; durch die Wirkung des Platins wird z. B. ein Gemenge von Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser ver-

einigt (s. Platin-Feuermaschine im Art. Feuerzeug), durch glühendes metallisches Eisen wird Ammoniakgas zersetzt. Berzelius hielt die von ihm angenommene Kraft zur Erklärung für nöthig und war der Meinung, dass diese Kraft eine besondere Aeusserung der electrischen Kraft sei. Mitscherlich nennt die Substanzen, welche eine derartige Wirkung äussern, Contactsubstanzen und die Wirkung eine Contactwirkung. Döbereiner schlug das Wort Metalyse vor; jedoch ist Katalyse das gebräuchlichere.

Kataphonik, s. Art. Katakustik.

Katarakt nennt man häufig einen Wasserfall, welcher durch ein terrassenartiges Fallbett gebildet wird. Katarakt heisst auch der Apparat, durch welchen an der einfach wirkenden Cornwall- (Dampf-) Maschine die Ventilsteuerung zu Stande gebracht wird.

Kathetometer, das, heisst ein Apparat, der namentlich dazu dient, kleine und grössere Höhenunterschiede besonders von Flüssigkeiten zu messen. Die wesentlichen Bestandtheile sind ein verticaler Massstab und ein an demselben auf und ab bewegbares horizontales Fernrohr.

Kathode, s. Art. Anode.

Kation, s. Art. Anion.

Katoptrik, früher auch Anakamptik genannt, ist der Abschnitt der Optik, welcher von der Reflexion, d. h. von der regelmässigen Zurückwerfung, des Lichtes handelt. Fällt Licht auf einen Körper mit rauher Oberfläche, so geht es von demselben in allen Richtungen zurück und man sagt, das Licht werde zerstreut. Hierauf beruht das Sichtbarwerden an sich dunkler Körper. Fällt hingegen Licht auf einen Körper mit polirter Oberfläche, so geht es in einer bestimmten Richtung zurück und man sagt, das Licht sei zurückgestrahlt, gespiegelt oder reflectirt. Hierdurch werden die sogenannten Spiegelbilder bedingt. Zurückstrahlung (Reflexion) und Zerstreuung (Diffusion) sind stets gleichzeitig vorhanden; jene überwiegt jedoch umsomehr, einen je höheren Grad der Politur die Oberfläche besitzt. Auf einem ebenen, von der Sonne beschienenen Spiegel nimmt man z. B. in Folge der regelmässigen Zurückwerfung das Sonnenbild in einer bestimmten Richtung am schärfsten wahr, ausserdem sieht man aber in Folge der Lichtzerstreuung den Spiegel selbst noch erleuchtet. Vollkommene Spiegel würde man gar nicht als besondere Körper wahrnehmen. — Weisse Körper werfen das Licht in der Farbe zurück, in welcher es auf sie trifft; farbige ändern die Farbe des auffallenden Lichtes ab, wenn sie von der ihrigen verschieden ist; schwarze werfen das auffallende Licht gar nicht zurück, sondern verschlucken (absorbiren) es. (Vergl. Art. Absorption. B.)

Die Reflexion des Lichtes erfolgt nach folgendem Gesetze, welches man das katoptrische Grundgesetz nennt: 1) Der reflectirte Strahl liegt in der Einfallsebene. 2) Das Einfallsloth halbirt den Winkel,

welchen der einfallende und der reflectirte Strahl mit einander bilden, oder der Reflexionswinkel ist gleich dem Einfallswinkel. (Wegen der Begriffe: Einfallsebene, Einfallsloth etc. s. Art. Brechung. A. I. — Reflexionswinkel ist der Winkel, welchen der reflectirte Strahl mit dem Einfallslothe bildet.) — Dies Gesetz bestätigt die Erfahrung dadurch, dass man noch nie — auch in den aus demselben gezogenen Folgerungen — auf einen Widerspruch gestossen ist; indessen hat man noch besondere Apparate construirt, um dasselbe nachzuweisen. Hierzu dient ein mit Stellschrauben versehenes Brettchen, welches in seiner Mitte einen kleinen eingelassenen ebenen Spiegel enthält, auf welchem der Mittelpunkt eines senkrecht zur Spiegelfläche gestellten, in 180° getheilten Halbkreises liegt. Von dem höchsten Punkte dieses Halbkreises hängt ein Loth herab, welches eine unten zugespitzte Kugel trägt. Zu beiden Seiten des Lothes sind verschiebbare Diopter angebracht, deren wesentlichen Theil eine nach dem Mittelpunkte des Halbkreises gerichtete feine Durchbohrung ausmacht. Der Nullpunkt der Kreistheilung liegt am Aufhängepunkte des Lothes und die Grade werden von da ab nach beiden Seiten bis 90° gezählt. Stellt man nun den Spiegel horizontal und beide Diopter auf gleiche Grade, so erblickt ein durch das eine Diopter sehendes Auge in der Richtung nach dem Mittelpunkte des Spiegels hin, also unter der Spitze des Lothes fort, die Durchbohrung des anderen Diopters, was nur möglich ist, wenn der durch dies zweite Diopter gegangene Strahl so reflectirt wird, dass er durch das erste Diopter geht. Der Versuch gelingt nur, wenn die Diopterdurchbohrungen mit dem Lothe in derselben Ebene liegen, woraus mithin auch der erste Theil des Gesetzes seine Bestätigung erhält.

Aus diesem Gesetze ergeben sich alle Reflexionserscheinungen als nothwendige Folgen. Flächen, welche nach diesem Gesetze das auffallende Licht zurückwerfen, heissen Spiegel und in diesem Artikel ist das Nähere abgehandelt. Wegen der theoretischen Ableitung des Gesetzes s. Art. Licht und Undulationshypothese.

Katoptrisch, z. B. Anamorphosen, Fernröhre, Mikroskope etc. s. in den betreffenden Artikeln.

Kaustische (brennend, ätzend) **Linie** soviel als Brennlinie (s. d. Art.).

Kegel, berganlaufender, ist ein doppelter Kegel von Holz entweder aus dem Ganzen gedrechselt, oder zwei gleiche Kegel sind mit ihren Grundflächen verbunden. Zu dem Versuche gehört ausserdem ein besonderes Gestell, welches aus zwei an dem einen Ende verbundenen Leisten besteht, deren unverbundene Enden aber eine höhere Lage als die verbundenen erhalten müssen. Der Abstand der beiden unverbundenen Enden ist so gross, dass der Doppelkegel zwischen dieselben gelegt gerade mit seinen Spitzen auf ihnen aufliegt, und überdies liegen dieselben um weniger als der Halbmesser der gemeinschaftlichen Kegelbasis über den verbundenen Enden. Legt man einen solchen Doppel-

kegel auf das zu ihm gehörige Gestell bei den verbundenen Enden auf, so läuft er nach den unverbundenen Enden zu. Eine genaue Beobachtung, wenn man die aufsteigende Bewegung des Doppelkegels verfolgt, indem man das Auge mit dem Gestelle in dieselbe Höhe bringt, ergiebt, dass der Doppelkegel nur scheinbar steigt, im Gegentheil wirklich fällt, d. h. auf dem Gestelle herabläuft. Die Erklärung ergiebt sich sofort daraus, dass der Doppelkegel an den unverbundenen Enden des Gestelles in der That tiefer liegt als an den verbundenen, weil jene um weniger als der Halbmesser der gemeinschaftlichen Kegelbasis höher liegen als diese. — Bisweilen besteht das Gestell aus zwei Gestellen, die mit den als unverbunden bezeichneten Enden zu einem einzigen vereint sind. Dann läuft der Kegel pendelartig hin und her und bleibt zuletzt an der weitesten, scheinbar höchsten Stelle des Gestelles stehen. — Dieselbe Erscheinung zeigt eine Billardkugel zwischen zwei gehörig gelegten und passend gewählten Billardstöcken.

Kegelpendel, s. Art. Centrifugalpendel.

Kegelprojection ist eine zur Darstellung kleinerer Theile der Erdoberfläche dienende Projectionsmethode, bei welcher man sich über dem betreffenden Stücke einen Kegel aufgestellt denkt, der dann auf einer Ebene abgewickelt wird. Die Meridiane erscheinen dann als gerade Linien, welche in der Spitze des Kegels zusammenlaufen, und die Parallelkreise als Kreisbogen. Vergl. Art. Projection und Horizontalprojection.

Kegelspiegel heissen diejenigen Spiegel, deren spiegelnde Fläche der Mantel (die krumme Seitenfläche) eines Kegels ist. Da ein solcher Spiegel in der Linie von der Spitze nach der Basis wie ein ebener, in jeder anderen Richtung wie ein convexer Spiegel wirkt, und diese convexen Spiegel von der Basis nach der Spitze zu einen immer kleineren Radius erhalten; so wird das Bild, welches in ihm von einem vor demselben befindlichen Gegenstande erscheint, immer ein verzerrtes sein. Man wird daher nur dann ein richtig geordnetes Bild im Kegelspiegel sehen, wenn eine vor demselben befindliche Zeichnung eine nach gewissen Regeln verzerrt gezeichnete ist. Des Kegelspiegels bedient man sich daher zu Anamorphosen (s. d. Art.).

Gewöhnlich benutzt man zu den Anamorphosen für Kegelspiegel nur den geraden spitzen Kegel. Die allgemeine Aufgabe würde sein: in einer ausserhalb des Kegels liegenden beliebigen Fläche eine Zeichnung so zu entwerfen, dass ein über der Basis des Kegels befindliches Auge in dem Kegel den Gegenstand, welchen das Zerrbild darstellen soll, in richtigen, natürlichen Verhältnissen erkenne. Mit der Einschränkung, dass sich das Auge auf der verlängerten Axe eines geraden oder schiefen Kegels befinde, und die Zeichnung auf der inneren Fläche eines Cylinders, dessen Axe mit der des Kegels zusammenfällt, und der selbst die Basis des Kegels zur Grundfläche hat, also durch die Peripherie geht, oder — wo es möglich ist —

auf einer mit der Basis des Kegels zusammenfallenden Ebene liege, habe ich die Aufgabe behandelt (Poggend. Annal. Bd. 85. S. 99) und nachgewiesen, dass es nur für spitze Kegel ein Zerrbild in der Basisebene giebt, dass bei rechtwinkeligen Kegeln ein Zerrbild in der Ebene der Kegelbasis unendlich gross werden müsste, dass für stumpfwinkelige Kegel zur Erzeugung eines gehörig geordneten Spiegelbildes wenigstens ein Theil des Zerrbildes oberhalb der Ebene der Kegelbasis liegen muss. Ausserdem ergiebt sich, dass für die Punkte der Peripherie der Kegelbasis die entsprechenden Stellen des Zerrbildes wieder in der Peripherie liegen, dass für die dem Mittelpunkte entsprechende Stelle der Ort des Auges auf der Axe gleichgültig ist. Bei spitzen Kegeln mit einem Zerrbilde in der Ebene der Basis liegen die entsprechenden Stellen im Zerrbilde um so weiter von der Peripherie des Kegels auf der Basisebene entfernt, je näher die Punkte des Bildes dem Mittelpunkte der Basis liegen. Sollen bei spitzen Kegeln die dem Mittelpunkte und ebenso die den in gleichen Entfernungen von diesem liegenden Punkten entsprechenden Stellen des Zerrbildes auf Kreisen liegen, welche mit der Peripherie der Basis concentrisch sind, so muss der Kegel ein gerader sein. Soll das Zerrbild auf der Innenfläche eines Cylinders liegen, wie es bei rechtwinkeligen und stumpfwinkeligen Kegeln am einfachsten sich ausführen lässt, so ergiebt sich, dass die entsprechenden Stellen im Zerrbilde um so höher auf dem Cylinder sich befinden, je näher die Punkte des Bildes dem Mittelpunkte der Basis liegen; dass bei rechtwinkeligen Kegeln — gleichgültig ob dieselben gerade oder schiefe sind — es für alle dem Mittelpunkte des Bildes entsprechenden Stellen des Zerrbildes einen mit der Basis parallelen Kreis giebt, der auf der Cylinderfläche von der Basis (in der Richtung der Axe) um die Länge der Axe entfernt ist, dessen Mittelpunkt also in der Spitze des Kegels liegt; dass bei stumpfwinkeligen Kegeln der Cylinder um so länger sein muss, je stumpfer dieselben sind; dass bei spitzen Kegeln, wenn man für diese Cylinderbilder construiren will, der Cylinder um so kürzer sein kann, je spitzer die Kegel. Ueber die Construction giebt die angezogene Stelle nähere Auskunft und bemerke nur noch, dass ich für stumpfwinkelige Kegel dergleichen Anamorphosen entworfen habe.

Kegelventil nennt man ein Ventil, dessen Körper ein flacher abgestumpfter Kegel ist, welcher in eine entsprechend gearbeitete, zu verschliessende Oeffnung (Ventilsitz) passt. Die Führung enthält das Ventil durch einen Stiel, welcher durch einen Steg unter dem Ventile oder durch einen über dem Ventile angebrachten Bügel hindurch geht. Ein Bund an diesem Stiele oder eine Schraubenmutter verhindert, dass sich das Ventil zu hoch hebt. Solche Ventile werden namentlich angewendet, wenn dieselben von Metall sein müssen, daher bei Dampfkesseln. Giebt man dem Ventilkörper statt der Kegelform die Gestalt eines Kugelabschnittes, so nennt man das Ventil ein Muschelventil.

Kehlkopf ist der Sitz des menschlichen Stimmorgans an dem oberen Ende der die Lunge mit der Mund- und Nasenhöhle verbindenden Luftröhre. Er ist aus einer Anzahl fester Knorpel gebildet, zwischen denen die Stimmbänder ausgespannt sind; seine Basis ist der Ringknorpel (*cartilago cricoidea*), ein fester Ring, welcher das obere Ende der Luftröhre umschliesst. Auf dem Ringknorpel ruht als grössere, aber nach hinten offene Umhüllung des Kehlkopfes der Schildknorpel (*cartilago thyroidea*), welcher aus zwei Platten besteht, die mit ihren vorderen Rändern in einer nach vorn am Halse hervorspringenden Kante fest verwachsen zusammenstossen. Der Schildknorpel ist um eine Axe drehbar, die sich an einem Fortsatze befindet, welcher von der unteren Ecke des hinten freien Randes der Schildknorpelplatte an jeder Seite ausgeht und welcher andererseits im Ringknorpel befestigt ist. Die Bewegung, welche der Schildknorpel annehmen kann, ist also nach vorn und herab gerichtet und nach hinten und hinauf. Der Kante des Schildknorpels, in welcher die beiden Platten zusammenstossen, gegenüber stehen auf dem erhöhten hinteren Rande des Ringknorpels dicht neben einander die beiden Giessbeckenknorpel oder Giesskannenknorpel (*cartilagines arytenoideae*). Ihre Basis steht mit dem Ringknorpel durch ein Gelenk in Verbindung, das ihnen gestattet, sich erstens vor- und rückwärts und zweitens nach rechts oder links zu bewegen. Von der Basis jedes der Giessbeckenknorpel springt eine Ecke nach vorn vor (*processus vocalis*). Zwischen diesen beiden Ecken und der einspringenden Kante, in welcher die beiden Platten des Schildknorpels zusammenstossen, sind die Stimmbänder ausgespannt. Dieselben sperren die Luftröhre bis auf eine schmale Ritze, die Stimmritze. Zwischen den Rändern der Giessbeckenknorpel befindet sich als Verlängerung der Stimmritze eine kleine Oeffnung, die sogenannte Athemritze. Vergl. Art. Stimme.

Keil heisst ein einfaches mechanisches Instrument, welches aus einem dreiseitigen Prisma besteht. Die mittlere rechteckige Prismenfläche nennt man den Rücken, die gegenüberliegende Kante die Schneide, die von der Schneide auf den Rücken gefällte Senkrechte die Länge, die den Rücken und die Schneide verbindenden Kanten die Seitenlängen, die den Rücken und die Schneide verbindenden Rechtecke die Seiten. Ist der auf den Seiten senkrechte Schnitt ein rechtwinkeliges Dreieck, so nennt man den Keil einen einfachen; ist derselbe ein gleichschenkeliges Dreieck, so einen doppelten.

Der einfache Keil wirkt ganz wie eine schiefe Ebene (s. Art. Ebene, geneigte). Es verhält sich also im Zustande des Gleichgewichts, wenn man von allen Hindernissen absieht, die Kraft zur Last, wie die Höhe des Keils zur Länge, oder die Kraft ist gleich dem Producte aus der Last und der Tangente des Schneidewinkels. Man bedient sich desselben, um Lasten von einer unbeweglichen Fläche auf eine

geringe Höhe zu heben, z. B. beim Feststellen von Möbeln; als Treiblade, um ausgewichene Wände wieder gerade zu treiben oder Balken ein wenig in die Höhe zu heben; zum Aneinandertreiben der zu legenden Dielen bei Fussböden; zur Arretirung der Magnetnadeln und der Kugelgelenke bei Messapparaten u. dergl.

Der doppelte Keil wird gewöhnlich zur Trennung zweier Flächen angewendet, welche auf die Seiten desselben einen Druck ausüben, während die Kraft senkrecht auf den Rücken wirkt, z. B. zum Spalten des Holzes. Ueber das Verhältniss der Kraft zur Last, durch welches das Gleichgewicht an dem doppelten Keile bedingt wird, sind von verschiedenen Physikern sehr abweichende Angaben gemacht worden. Nach Mersenne ist das Verhältniss der Kraft zur Last gleich dem des halben Rückens zur Länge; nach Descartes gleich dem des ganzen Rückens zur Länge; nach Borelli gleich dem des halben Rückens zur Länge der Seite; nach Brandes gleich dem des ganzen Rückens zur Länge der Seite. Die Verschiedenheit rührt grösstentheils her von den verschiedenen Ansichten über die Richtung des Drucks auf die Seiten. Wegen der Reibung und anderer Hindernisse lässt sich auf experimentellem Wege nicht entscheiden, auf welcher Seite Recht ist. Mersenne nahm an, dass die auf die Seiten wirkende Last senkrecht zur Länge gerichtet sei, nach Borelli's Ansicht ist ihre Richtung senkrecht zur Seite. Ein Instrument zur Prüfung der Gesetze des Keiles nennt man Gomphometer. Dasselbe besteht im Wesentlichen aus zwei Walzen, zwischen welchen der Keil liegt; die obere Walze wird belastet und an der Schneide des Keiles ziehen Gewichte an einer über eine feste Rolle gehende Schnur.

Bei der gewöhnlichen Anwendung des Keiles wird derselbe selten Gegenstand der Berechnung; bei der Construction gewölbter Bogen ist indessen die Theorie zu berücksichtigen. Alle scharfen und spitzen Schneide- und Stechinstrumente, z. B. Messer, Beile, Meisel, Spaten, Nägel u. dergl. wirken als Keile.

Keili oder Bumerang heisst eine bei den Wilden in Australien übliche Wurfwaffe, die aus einem hyperbolisch gestalteten etwa $2^1/_2$ Zoll breiten und $2^1/_2$ Fuss langen Stück Holz besteht, welches auf der einen Seite ganz eben, auf der anderen schwach gewölbt ist. Die Wilden werfen die Waffe, die convexe Seite nach aussen gekehrt, von der linken nach der Rechten, worauf sie stets sich drehend und fortschreitend, bald aufsteigend, zuweilen sinkend, vorwärts und zuletzt zurückfliegend an den Platz des Werfenden zurück und wohl über diesen hinausfliegt. Aus eigener Erfahrung kann versichert werden, dass beim ersten Einüben grosse Vorsicht nöthig ist.

Keilpresse ist eine Presse, bei welcher der Keil als wesentlicher Bestandtheil auftritt. Die Kraft wirkt bei derselben durch Stoss. Die Kammmacher bedienen sich der Keilpresse zum Formen und Biegen des

Hornes und Schildpattes; am bekanntesten ist aber wohl die Keilpresse in den gewöhnlichen Oelmühlen. Im Allgemeinen wird der zu pressende Gegenstand in einen festen Kasten zwischen besondere Platten gebracht; ein mit dem Rücken abwärts gerichteter Keil so eingesetzt, dass der Rücken unten nicht aufstösst, und dann ein mit der Schneide abwärts gerichteter Keil zwischen ein paar Platten eingeschlagen. Dieser letzte Keil heisst Presskeil, der andere Lösekeil. Soll nämlich nach vollendeter Pressung das Ganze auseinander genommen werden, so wird der Lösekeil niedergeschlagen, wodurch die einzelnen Theile den Druck verlieren und los werden.

Kenterung ist der deutsche Ausdruck für die Bore (s. d. Art.) am Ganges. — Kentern, s. Art. Metacentrum.

Kepler'sche Gesetze. Diese Gesetze beziehen sich auf die Bahnen, in denen sich die Planeten um die Sonne bewegen. Das erste Gesetz lautet: Die Planeten bewegen sich in Ellipsen, in deren einem Brennpunkte die Sonne steht. Das zweite Gesetz heisst: Die von dem Radius Vector der Planeten beschriebenen Räume sind den Zeiten proportional. Diese beiden Gesetze veröffentlichte Kepler 1609, während er das dritte Gesetz, dass sich die Quadrate der siderischen Umlaufszeiten wie die Würfel (Cuben) der mittleren Entfernungen der Planeten von der Sonne verhalten, erst 1619 aufstellte. Vergl. Art. Gravitation.

Kepler'sches oder **astronomisches Fernrohr**, s. Art. Fernrohr. I.

Keraunographie nennt Baudin den Zweig der Electricität, welcher davon handelt, dass beim Einschlagen des Blitzes sich auf den getroffenen Personen und Thieren in der Nähe befindliche Gegenstände abgebildet gefunden haben. Z. B. Am 16. Aug. 1860 schlug der Blitz in eine Mühle bei Lappion im Aisne-Departement und auf dem Rücken einer vom Blitze getroffenen Frau fand sich in rother Farbe die Abbildung eines in der Nähe stehenden Baumes. Bei einem vom Blitze erschlagenen Matrosen fand man das deutliche Bild eines Hufeisens an den Lenden; aber ein ganz entsprechendes Hufeisen war an dem benachbarten Maste angenagelt. Eine Dame sass während eines Gewitters in der Nähe eines Fensters und erlitt eine Erschütterung; auf ihrem Schenkel fand sich dann die Abbildung einer in der Nähe stehenden Blume.

Kernform } nennt man die Form oder Gestalt des regelmässigen
Kerngestalt } von Ebenen begrenzten Körpers, den man durch künstliches Spalten eines Krystalles nach seinen Durchgängen erhält. Hauy hat zuerst auf den Zusammenhang zwischen der Krystallform und Kernform aufmerksam gemacht. Vergl. Art. Grundgestalt und Krystall.

Kernschatten heisst der Raum hinter einem schattenwerfenden

Körper, in welchen von der Lichtquelle gar kein Licht gelangt. S. Art. Schatten.

Kessel, s. Art. Dampfkessel.

Kesselexplosion, Zerplatzen oder Zerbersten (s. Art. Explosion) eines Dampfkessels. Um dergleichen Katastrophen zu verhüten, erfand schon Papin das Sicherheitsventil. Ist ein Kessel schadhaft, zeigen sich z. B. blasenartige Auftreibungen oder auch Eindrücke an demselben, oder hat derselbe Risse bekommen, so kann selbst unter normalen Verhältnissen eine Explosion stattfinden. Meistens ist die Explosion Folge einer nicht hinreichenden Menge Wassers in dem Kessel. Wird der Wasserstand zu niedrig, so wird dadurch ein Theil der Kesselwände unterhalb der Feuerzüge bloss gelegt und zum Rothglühen erhitzt. Wird nun Wasser zugeführt und dieser überhitzte Theil des Kessels wieder mit Wasser bedeckt, so entwickelt sich plötzlich eine so grosse Menge Wasserdampf, dass derselbe nicht in ausreichender Menge durch das Sicherheitsventil entweichen kann und daher der Kessel zerspringt. Der Maschinist hat sich daher so oft, wie nur irgend möglich, von dem Wasserstande im Kessel zu überzeugen. — Als Ursache der Kesselexplosionen hat man auch das Abplatzen eines Theiles des Kesselsteines angesehen. Der starken Dampfentwickelung bei der plötzlichen Berührung des Wassers mit den überhitzten Wänden kann dann der Kessel nicht mehr widerstehen, zumal in solchem Falle vielleicht eine durch die Ueberhitzung schwach gewordene Stelle der Kesselwand blossgelegt worden ist. — Bei Ueberhitzung des Kessels hat man auch an eine Bildung von Knallgas in Folge eintretender Zersetzung des Wassers gedacht; indessen scheint dies kaum wahrscheinlich, da zwar eine Zersetzung des Wassers an dem glühenden Eisen eintreten, auch Wasserstoff frei werden kann, aber dabei gleichzeitig der Sauerstoff mit dem Eisen eine Verbindung eingeht und daher der eine Bestandtheil des Knallgases (2 Th. Wasserstoffgas und 1 Th. Sauerstoffgas) fehlt. Die im Kessel enthaltene atmosphärische Luft scheint durchaus unausreichend zu sein, den zur Bildung des Knallgases erforderlichen Sauerstoff zu liefern. Ueberdies ist die Entzündung des Knallgases, wenn ja solches im Kessel enthalten sein sollte, nicht recht erklärlich.

Ausser diesen durch sorgfältige Ueberwachung wohl zu verhütenden Explosionen sind dergleichen unter Umständen eingetreten, bei denen man dies gar nicht befürchtete. Bisweilen fanden sie statt, als der langsamere Gang der Maschine eine Abnahme des Dampfdruckes anzuzeigen schien; ein anderes Mal, als man die Maschine angehalten hatte und wieder in Gang setzte; oft nach Einstellung des Feuers, selbst in dem Momente, wo man dem Dampfe durch Oeffnen des Hahnes einen Ausweg gab, oder auch wenn er sich von selbst durch die Ventile entfernte. — Ging der Explosion das Entweichen des Dampfes durch eine Spalte oder einen Riss des Kessels voran, oder erfolgte dieselbe nach

dem Oeffnen eines Hahnes oder der Erhebung eines Ventils, so erklärt man dies gewöhnlich auf folgende Weise: So lange das im Kessel eingeschlossene Wasser sich mehr und mehr über 100° C. erhitzt, ist es einem stufenweise steigenden Drucke unterworfen, ein eigentliches Sieden mit Wallen und Blasenwerfen tritt nicht ein; wenn aber der Dampf in grösserer Menge fortgenommen wird, als er sich erzeugt, also z. B. bei zufälliger Erhebung des Ventils, so kann der Dampfdruck auf das Wasser bedeutend geringer werden, und ein stürmisches Aufwallen bringt dann die mit Dämpfen gemischte Flüssigkeit auf alle Theile des Kessels. Die sich in Menge entwickelnden Dämpfe üben dann einen ungeheuren Druck aus und die Explosion ist die nothwendige Folge. Es liessen sich hieraus auch die Explosionen in dem Augenblicke, wo die Maschine angehalten war und wieder in Gang gesetzt wurde, wohl begreifen, zumal wenn durch eine Ueberheizung der Kesselwände die Festigkeit derselben geschwächt war. — Die Explosionen bei von selbst langsamer werdendem Gange der Maschine hat man aus einem zu niedrigen Wasserstande zu erklären gesucht. Die Dampfmenge nämlich, welche sich in einer gegebenen Zeit entwickelt, ist im Allgemeinen der Grösse der mit der Flüssigkeit in Berührung stehenden Metallfläche proportional; hat diese nun durch das Sinken des Wasserspiegels an Grösse abgenommen, so kann sich nicht mehr die zum gewöhnlichen Gange der Maschine erforderliche Dampfmenge entwickeln. — Am gefährlichsten scheint zu sein, wenn bei plötzlicher Oeffnung des Kessels durch die eintretende Abnahme der Spannung im Kessel eine Erhebung des Wassers eintritt, so dass dadurch die Dampfabflusswege versperrt werden. Der langsamere Gang der Maschine vor der Explosion würde daraus sich ebenfalls erklären lassen, ohne dass die Wasserstandsmesser ein Sinken unter den normalen Stand anzeigen, ebenso das Zerplatzen des Kessels, wenn man, nachdem die Maschine stille gestanden hat, diese durch zu plötzliches Oeffnen der Dampfwege wieder in Gang setzt. Enthält das Wasser schleimige Stoffe, so wird das Aufsteigen des Wassers im Kessel dadurch noch wesentlich begünstigt. Durch die verhinderte Abströmung des Dampfes im Verein mit der plötzlichen Abnahme des Wassers kann hierbei die Spannung der Dämpfe durch die fortwährende Aufnahme von Wärme so gross werden, dass eine Explosion eintreten muss. Hierzu kommt noch, dass durch das plötzliche Aufsteigen und durch das Zurückschlagen des gehobenen Wassers der Kessel Erschütterungen erhält, die ein Reissen des Kessels herbeiführen können, weil diese Stösse ihre Wirkung nicht gleichmässig über alle Theile der Kesselwände erstrecken. — Oeffnen der Sicherheitsventile zur Unzeit muss unterbleiben. — Sicherheitsplatten aus leichtflüssigen Metalllegirungen (Zinn, Blei und Wismuth), welche bei Ueberhitzung des Kessels schmelzen und dem Dampfe dadurch einen Ausweg gestatten, sind zwar empfohlen worden, aber zu verwerfen, weil gerade dann eine Oeffnung

entstehen kann, wenn es besser ist, dem Dampfe den Austritt zu versperren. — Damit das Wasser nicht in das Dampfrohr steigen kann, ist unter der Mündung desselben eine Schutzplatte anzubringen, gegen welche das Wasser anschlägt und um welche dasselbe gehen müsste, wenn es in das Rohr eindringen wollte. — Thun Heizer und Maschinist ihre Schuldigkeit, so können Explosionen nicht leicht eintreten. Leichtsinn, Fahrlässigkeit und Uebermuth sind in der Regel die Veranlassung gewesen.

Kesselstein, auch Pfannen- oder Wasserstein, von den Köchinnen Salpeter genannt, ist eine Incrustation (s. d. Art.) der Gefässe, in welchen Wasser verdampft wird, daher besonders in Dampfkesseln vorkommend, weil in diesen bedeutende Mengen von Wasser verdampft werden. Der Kesselstein entsteht aus den im Wasser aufgelösten festen Substanzen und besteht, je nach dem gebrauchten Wasser, aus Gyps oder aus kohlensaurem Kalke, vorzugsweise aber aus dem ersteren, da derselbe sich durch Krystallisation absetzt, letzterer hingegen mehr einen pulverigen Niederschlag giebt. In Dampfkesseln ist der Kesselstein so oft wie möglich zu entfernen, da er die grössten Nachtheile herbeiführen kann. Eines Theils wird die Dicke der Kesselwand durch eine die Wärme schlecht leitende Schicht verstärkt und mithin die Erwärmung des Wassers erschwert; anderen Theils kann bei etwaigem Abplatzen eines grösseren Stückes des Kesselsteines durch die Berührung des überhitzten Metalles von dem Wasser eine Gefahr bringende Dampfentwickelung eintreten (vergl. Art. Kesselexplosion). — Den Kesselstein entfernt man durch Abschlagen mit meiselartigen Hämmern und Kratzen; man hat aber auch auf chemischem Wege die Bildung desselben ganz zu verhindern gesucht. Ein Zusatz von Salzsäure zu dem Kesselwasser oder von Salmiak (1 Pfd. auf 20 Cubikfuss Wasser) hat sich bewährt; ebenso wird Zuckersyrup empfohlen, desgleichen ein Zusatz von 3 bis 5 Pfund auf 200 Cubikfuss Kesselwasser täglich von einer Lösung von 1 Ctr. Catechu und $^1/_2$ Ctr. Kochsalz in 2250 Pfund Wasser. — Bergseife soll die Kesselsteinbildung verhindern. — Ein sehr angepriesenes Mittel besteht aus 86 Procent Chlorbarium und 14 Procent Kohle.

Kette, constante, galvanische, hydroelectrische, voltaische, vergl. Art. Constante Ketten; Galvanismus. B.: Hydroelectrische Kette; Säule, galvanische oder voltasche; Deflagrator. In Betreff der thermoelectrischen Kette s. Art. Thermoelectricität und Thermomultiplicator.

Kettengebläse, s. Art. Gebläse und zwar den Abschnitt von den hydraulischen Gebläsen.

Kettenlinie heisst die krumme Linie, welche die Axe eines gleichartigen, vollkommen biegsamen und nicht ausdehnbaren Seiles oder einer

aus kurzen Gliedern bestehenden Kette annimmt, wenn dieselben an beiden Enden befestigt werden. Das Seil oder die Kette wird dann durch das eigene Gewicht gespannt. Die Verticalspannung im Befestigungspunkte ist gleich dem Gewichte der Kette von diesem Punkte bis zum Scheitel.

Kettenwaage ist eine Erfindung W. Weber's. Das Wesentliche besteht in Folgendem. Befestigt man einen biegsamen Faden mit seinen beiden Enden an zwei in einer horizontalen Ebene liegenden Punkten, so bildet er eine Kettenlinie; hängt man nun in gleichen Entfernungen von den Aufhängepunkten gleiche Gewichte an, so ist der zwischen ihnen liegende Theil horizontal oder vielmehr diese beiden neuen Aufhängepunkte müssen wieder in einer horizontalen Ebene liegen. Daraus also, ob das Letztere der Fall ist oder nicht, kann man auf die Gleichheit oder Ungleichheit der angehängten Gewichte schliessen. Der Waage entgeht die Feinheit der Krämerwaage, und wollte man dem durch einen Spiegelapparat etwa abhelfen, so würde dieselbe jedenfalls zu complicirt.

Kienmayer'sches Amalgam für Reibzeuge der Electrisirmaschine s. im Art. Amalgam.

Kiese in der Bedeutung von Hagel s. im Art. Hagel. Ausserdem bezeichnet man in der Mineralogie Verbindungen von Metallen mit Schwefel als Kiese, z. B. Schwefelkies ist Schwefeleisen, Kupferkies ist Schwefelkupfer.

Kilogramm ist ein Gewicht von 1000 Grammen. Das Gewicht eines Liters destillirten Wassers bei der Temperatur der grössten Dichtigkeit desselben und reducirt auf den leeren Raum beträgt ein Kilogramm. Vergl. Art. Gewichte.

Kilogrammmeter oder Meterkilogramm, s. Art. Fusspfund.

Kiloliter, ein Hohlmass von 1000 Litern. Vergl. Art. Liter und Körpermass.

Kilometer eine Länge von 1000 Metern. Vergl. Art. Meter und Längenmass.

Kimm,
Kimmung, } s. Art. Luftspiegelung.

Kimmtiefe bedeutet die Depression des Horizontes auf der See.

King, ein chinesisches musikalisches Instrument, welches nach Chladni aus etwa 16 Stücken Glas oder einer glasigen schwarzen Steinart besteht, die in einem Schwingungsknoten aufgehängt sind und mit einem Klöppel geschlagen werden.

Kitt oder Lutum bezeichnet ein flüssiges oder meist halbflüssiges, teigartiges Bindemittel, welches nach der Erhärtung zwei Körper fest vereint, z. B. beim Kleistern. Vergl. Art. Löthen.

Klafter als Längenmass soviel als Faden (s. d. Art.); als Körpermass, namentlich bei Brennmaterial, ein Raum von 6 Fuss Länge 6 Fuss Breite und 3 Fuss Höhe, also von 108 Cubikfuss.

Klang bezeichnet einen zwar durch gleichartige und regelmässige Erzitterungen entstandenen Schall, ohne jedoch auf das mit Höhe und Tiefe bezeichnete Eigenthümliche dabei Rücksicht zu nehmen, in welchem Falle man den entstandenen Schall einen Ton (s. d. Art.) nennt: zwei oder mehrere Töne können bei gleicher Höhe verschiedenen Klang haben. Es hängt dies von dem klingenden Körper ab, z. B. Metallklang, Glasklang.

Klangfiguren oder Chladni'sche Figuren. Körper, welche schon an und für sich einen hinreichenden Grad von Elasticität besitzen, können wie gespannte Saiten in stehende Schwingungen gerathen und sich dabei in mehrere schwingende Abtheilungen theilen, die durch Ruhelinien (Knotenlinien) von einander getrennt sind. Bei flächenförmigen Körpern (Platten oder Scheiben von Glas, Metall etc.) lassen sich die Knotenlinien nach einer zuerst von Chladni angegebenen Methode zur Darstellung bringen, indem man die Oberfläche der Platte mit trockenem Sande bestreut und sie an dem Rande mit einem Violinbogen streicht. Die hierbei von dem Sande gebildeten Figuren sind die Klangfiguren. — Um etwas grössere Platten oder Scheiben schwingen zu lassen, befestigt man diese an eine Tischkante mittelst einer übergreifenden Schraube, die in eine Korkspitze endigt und welcher wieder eine Korkspitze gegenübersteht, so dass die Scheibe zwischen diesen beiden Spitzen liegt. Bei gehöriger Einübung kann man die Klangfiguren mit freier Hand erzeugen, indem man die Scheibe zwischen zwei Fingern der einen Hand horizontal hält und mit der anderen Hand den Bogen führt. — Die Gestalt der Klangfiguren ist bedingt durch den Ort, wo die Wellenbewegung erregt, also gestrichen wird, durch die Stelle, an welcher die Platte gehalten wird, durch die Gestalt der Scheibe, durch die Art des Streichens. Eine und dieselbe Scheibe giebt unter sonst gleichen Umständen verschiedene Figuren, wenn man stärker oder schwächer, schneller oder langsamer streicht. Eine reine Klangfigur entsteht nur, wenn ein reiner Ton anspricht. Je höher der Ton ist, desto zusammengesetzter ist die Klangfigur; demselben Tone können jedoch verschiedene Klangfiguren entsprechen. — Platten von demselben Material und ähnlicher Form der Oberfläche, die blos hinsichtlich der Grösse verschieden sind, geben bei einerlei Tonfolge ähnliche Klangfiguren. Die zu ähnlichen Klangfiguren gehörigen Töne (oder Schwingungszahlen) solcher Platten verhalten sich wie die Dicken und umgekehrt wie die Quadrate homologer Seiten der Platten. — Durchbohrt man eine Scheibe in der Mitte, unterstützt sie in einigen Punkten der Knotenlinie, die man hervorbringen will, und streicht in dem Loche mittelst eines durchgeführten Bündels Pferdehaare, so erhält man ebenfalls Klangfiguren und zwar mit concentrischen Knotensystemen. — Die Knotenlinien erscheinen bald gerade, bald gekrümmt. Es ist wahrscheinlich, dass alle Knotenlinien gekrümmt und die scheinbar geraden Linien meist Zweige hyperbolischer

Curven sind. Ein Durchschneiden der Knotenlinien ist nur scheinbar. Der Sand wird in dem kleinsten Raume zwischen den Curven in Folge der hier geringeren Schwingungsintensität nur nicht hinreichend zerstreut. — Wenn man dem Sande einen feineren Staub, z. B. Bärlappsamen beimischt, so häuft sich dieser auf den schwingenden Abtheilungen an und bildet die sogenannten Faraday'schen Ergänzungsfiguren. Diese Anhäufungen erklären sich daraus, dass die schwingenden Theile der Platte die darüber befindliche Luft zurücktreiben. In der Nähe der Knotenlinien ist die Bewegung am schwächsten; da nun, wo die Bewegung am stärksten ist, kann beim Zurückschwingen der Fläche die Luft den Raum nicht schnell genug wieder ausfüllen, es entstehen daher von den Knotenlinien aus Luftströmungen nach den Stellen der stärksten Bewegung hin, durch welche der feine Staub mit fortgeführt und an den letztgenannten Stellen angehäuft wird.

Ueber ähnliche Versuche mit Glocken und gespannten Membranen vergl. Art. Wellenbewegung.

Klapphorn | **Klapptrompete** } sind so eingerichtet, dass mit Hilfe von Ventilen eine Verlängerung oder Verkürzung des Rohres erzielt und dadurch die chromatische Tonleiter zu Stande gebracht wird. Vergl. Art. Horn und Trompete.

Klappventil, das, besteht in der Regel aus einer Lederscheibe, die auf beiden Seiten durch Metallplatten ausgesteift wird. An der einen Seite ist die Klappe durch Schrauben und einen darüber gelegten Metallstreifen befestigt, so dass sie um die Befestigungsstelle auf und ab bewegbar bleibt.

Kleist'sche Flasche, s. Art. Flasche, electrische.

Klepsydra, eine Art Wasseruhr; s. Art. Uhr. B.

Klima. Die Erdoberfläche wurde von den alten Geographen durch dem Aequator parallellaufende Kreise so eingetheilt, dass von jedem dieser Kreise bis zu dem folgenden die Dauer des längsten Tages um eine halbe Stunde zunahm. Zwischen Aequator und Polarkreis unterschieden sie daher 24 durch Tageslänge und mittlere Temperatur von einander abweichende Erdgürtel und diese nannten sie mit Bezug auf die Neigung der Sonnenbahn Klimata. Das erste Klima war das des Aequators mit einer Tageslänge von 12 Stunden; am Polarkreise endigte das 24. Zwischen Polarkreis und Pol unterschieden spätere Geographen noch 6 Klimata, deren längste Tage nach dem Pole hin um 1 Monat zunehmen.

Durch eine solche Eintheilung würde man das mathematische oder solare Klima erhalten; jetzt denkt man jedoch bei dem Begriffe Klima an das (reale) wirkliche oder physische Klima und versteht darunter das einem jeden Lande eigene Verhalten der Witterung in Hinsicht auf die Temperatur, auf Trockenheit und Nässe, auf

Wechsel der Jahreszeiten etc. oder nach A. v. Humboldt alle die Modificationen der Atmosphäre, von denen unsere Organe auf eine merkliche Weise berührt werden, als da sind: die Temperatur, die Feuchtigkeit, die Veränderungen des barometrischen Druckes, der ruhige Zustand der Luft, oder die Wirkungen ungleichnamiger Winde, die Ladung, d. i. die Quantität electrischer Tension, die Reinheit der Atmosphäre oder ihre Vermengung mit mehr oder minder ungesunden Gasausströmungen, endlich der Grad gewöhnlicher Durchsichtigkeit, jene Reinheit des Himmels, so wichtig durch den Einfluss, den sie nicht allein auf die Strahlung des Bodens, auf die Entwickelung der organischen Gewebe der Pflanzen und die Zeitigung der Früchte, sondern auch durch die Gesammtheit der moralischen Eindrücke, welche der Mensch in den verschiedenen Zonen empfindet, ausübt. — Das mathematische Klima würde zugleich das physische sein, wenn die Erdoberfläche durchweg von derselben Beschaffenheit und frei von Erhöhungen und Vertiefungen wäre. Da dies nicht der Fall ist, so können Orte, welche dasselbe mathematische Klima haben, ein durchaus verschiedenes physisches besitzen.

Wegen der einzelnen Aeusserungen des Klimas findet sich das Betreffende in den besonderen Artikeln, z. B. Isothermen, Regen, Winde, Hygrometrie etc. Hier sollen noch einige Bemerkungen über die Ursachen der klimatischen Verschiedenheiten und deren Einflüsse und die Charakteristiken der besonderen Klimata folgen.

Allgemeine Ursachen sind: 1) Die Breite der Orte. 2) Die Höhe über der Meeresoberfläche oder die Seehöhe eines Ortes, wodurch besonders das Klima der Hochebenen modificirt wird. Einer Erhebung von 600 Fuss entspricht im Mittel eine Temperaturabnahme von 1° C. (Vergl. Art. Isothermen). Auf Hochebenen wirken die Sonnenstrahlen ungeschwächter wegen der dünneren Luft und des Nachts ist die Wärmeausstrahlung wegen des heiteren Himmels und daher die Kälte bedeutender. 3) Die Beschaffenheit des Bodens. Sandige Gegenden sind trocken und werden bei grösserer Ausdehnung zu Wüsten. Wiesen und Wälder mindern die Einwirkung der Sonnenstrahlen und halten die Feuchtigkeit länger zurück. Solche Gegenden sind daher fruchtbarer und kühler als sandige. 4) Die Beschaffenheit der Tropenzone, ob terrestrisch und zwar kahl und dürr oder mit Vegetation bedeckt und feucht, oder oceanisch. Dieser Einfluss auf die aussertropischen Gegenden zeigt sich namentlich in den Winden. Daher 5) der in einer Gegend vorherrschende Wind (s. Art. Wind). 6) Die Richtung und Höhe der Gebirgszüge, indem dadurch das Fortschreiten der Winde bedingt wird, so dass namentlich die von Ost nach West sich ziehenden einerseits gegen temperaturerniedrigende, andererseits gegen temperaturerhöhende Luftströmungen schützen, z. B. das Himalaya-Gebirge. Mit Schnee bedeckte Hochgebirge wirken temperaturerniedrigend. 7) Die grössere

oder geringere Klarheit des Himmels. Ein bedeckter Himmel mindert im Sommer die Wirkung der Sonnenstrahlen und hindert im Winter die Bodenausstrahlung. 8) Die Nähe grosser Wasserflächen. Bleiben solche lange mit Eis bedeckt, wie die nordamerikanischen Seen, so veranlassen sie bedeutende Kälte. Warme Meeresströmungen wirken temperaturerhöhend, z. B. die Aequatorialströmungen auf die Westküsten der nördlichen Halbkugel, aber kalte temperaturerniedrigend, z. B. die Polarströmungen auf die Ostküsten. Auf dem Meere selbst ist das Klima mehr constant.

Eigenthümliches Klima zeigen Inseln und Küsten. Der Temperaturwechsel ist nicht so bedeutend als im Binnenlande und der Feuchtigkeitsgehalt beträgt mehr, weshalb daselbst Nebel vorherrschen. — Ist in einer Gegend die Temperatur im Winter niedriger und im Sommer höher als die mittlere oder Normal-Temperatur, so besitzt dieselbe ein Continentalklima, z. B. im nördlichen Asien, im Innern Afrikas; ist das Umgekehrte der Fall, so ein Seeklima, z. B. Irland. Manche Gegenden liegen zeitweis in dem einen und anderen Klima, z. B. Europa im Allgemeinen im Sommer im Continental- und im Winter im Seeklima, während es mit Neufundland und Labrador umgekehrt ist. Einen besonders leichten Ueberblick über die Lage eines Ortes in Betreff des Klimas während der einzelnen Monate, Jahreszeiten und des ganzen Jahres gewähren Dove's Monatsisothermen mit Zuziehung der thermischen Normalen (vergl. Art. Isothermen), indem man sofort erkennen kann, ob während eines solchen Zeitraumes ein Ort relativ kalt oder relativ warm ist. Continentalklimata, bei denen die Culminationspunkte der täglichen und jährlichen Periode in der Temperatur weit auseinander treten, nannte Buffon sehr bezeichnend excessive (unmässige) Klimata, z. B. Tobolsk, Barnaul und Irkutsk im nördlichen Asien haben Sommer wie Berlin, Münster und Cherbourg (im Sommer erreicht das Thermometer wochenlang 30° und 31° C.); aber diesen Sommern folgen Winter mit der Mitteltemperatur — 18° bis — 20° C. Der Uebergang des gleichmässigen Klimas Europas in das unmässige Nordasiens kündigt sich schon in den Temperaturverhältnissen Constantinopels an.

Das Klima der einzelnen Länder ändert sich in kürzeren Fristen, ja in Jahrhunderten nur sehr wenig oder gar nicht. Die Dattelpalme bringt nur bei einer mittleren Jahrestemperatur von 21° C. reife Früchte, der Weinstock aber kann da nicht mehr gebaut werden, wo die mittlere Temperatur 22° übersteigt. Nun ist die mittlere Temperatur von Palästina, welches zu Moses Zeiten Datteln und Trauben hervorbrachte, hiernach ungefähr 21°,5, und da die mittlere Temperatur daselbst in jetziger Zeit noch dieselbe ist, so folgt hieraus, dass sich seit 3300 Jahren das Klima von Palästina sicher nicht merklich geändert haben kann. Dies Beispiel steht aber nicht einzeln.

Dass der Einfluss des Klimas auf die organische Welt, sowohl Thiere wie Pflanzen, ein sehr grosser ist, bedarf kaum der Erwähnung. In Betreff der Pflanzenwelt gebührt A. v. Humboldt das Verdienst, (1807) zuerst die richtigen Principien aufgestellt und eine Pflanzengeographie veranlasst zu haben. Die unorganische Rinde der Erde ist von klimatischen Einflüssen unabhängig. — Vergl. Art. Zone.

Klimatologie, die, hat die Aufgabe, nachzuweisen, wie sich die Periode eines Jahres in den Erscheinungen des Lebens an der Erde abspiegelt, wie sich die Breitenzonen durch eigenthümliche Entwickelung derselben und durch die Entwickelung eigenthümlicher Lebensformen von einander unterscheiden. Die Hauptgrundlage der Klimatologie ist die Meteorologie (s. d. Art.) Vergl. auch Art. Klima.

Klinogramm bezeichnet eine vierseitige Figur (Viereck), bei welcher entweder nur zwei Seiten parallel laufen, das Trapez, oder keine Seite der anderen parallel ist, das Trapezoid.

Klinometer nennt man die Apparate, mittelst deren die Neigung einer Linie oder Ebene gegen die Horizontalebene gemessen werden kann. Es gehört hierher z. B. die Setzwaage, die man deshalb auch Klinoskop genannt hat.

Klinoskop, s. Art. Klinometer.

Klirrton heisst ein Ton, welcher entsteht, wenn man unter die Mitte einer Saite einen Steg so untersetzt, dass er sie nur eben berührt, und dann die Saite senkrecht dagegen schlagen lässt. Man hört ausser der höheren Octave des Grundtones der Saite noch die tiefere Quinte dieses Grundtones. Bei stärker gespannten nnd kürzeren Darmsaiten hört man die höhere Quarte des Grundtones. Die Saite darf nicht zu kurz sein und daher gelingt die Erzeugung der Klirrtöne an dem Monochorde nur schwer.

Klitometer, das, nannte Puissant ein von ihm angegebenes Instrument, um beim Nivelliren eine Richtungslinie unter bestimmtem Höhenwinkel abzuvisiren. An einem langen Diopterlineale sind an dem Objectivdiopter Abtheilungen bezeichnet; während nun das Lineal selbst horizontal bleibt, schiebt man dies Diopter herauf oder herunter, bis es einsteht, und aus der betreffenden Abtheilung erkennt man die Neigung der Gesichtslinie.

Kloben heisst die Vorrichtung, in welcher die Pfannen der Axe einer Rolle (s. d. Art.) liegen.

Knall heisst ein einfacher starker Schall.

Knallbombe nennt man eine grosse hohle Glaskugel, die im glühenden Zustande zugeblasen ist. Lässt man eine solche, z. B. auf einem Steine, zerschellen, so entsteht ein Knall.

Knallbüchse heisst das bekannte Spielzeug, bei welchem durch Compression der in einem Cylinder zwischen zwei Pfropfen abgeschlossenen Luft der eine Pfropfen unter einem Knalle herausgetrieben wird.

Knallgas oder Knallluft heisst ein Gemenge aus zwei Raumtheilen Wasserstoffgas und einem Raumtheile Sauerstoff, welches entzündet explodirt. S. Art. Pistole, electrische.

Knallgasgebläse oder Sauerstoff-Wasserstoffgebläse oder Hydrooxygengasgebläse oder Newman'sches oder Clarke'sches Gebläse beruht auf der Verwendung von Knallgas, welches angezündet eine grosse Hitze erzeugt. Um Explosionen zu verhüten, hat man für beide Gase abgesonderte Gebläse, so dass beide erst da, wo die Entzündung stattfinden soll, in einem gemeinschaftlichen Hahne zusammenkommen, der noch eine besondere Einrichtung hat.

Knallgasmikroskop oder Hydrooxygengasmikroskop, s. Art. Drummond'sches Licht und Sonnenmikroskop.

Knallpistole, s. Art. Pistole, electrische.

Knallsteine heissen zu Dourgnes in Frankreich vorkommende Steine, die wegen eines Gehaltes an organischer Materie im Feuer mit einem Knalle zerspringen.

Knie oder Gelenke }
Kniepresse } ist eine Anwendung des Kräfteparallelogramms. Zwei Metallstangen sind durch ein Gelenke verbunden; die eine stemmt sich gegen eine feste Wand, die andere auf einen zu pressenden Körper, und nun wird durch eine Kraft der Winkel am Gelenke gestreckt, also vergrössert. Die Kräfte, welche nach der Richtung beider Stangen wirken, sind um so grösser, je mehr sich das Gelenke einer geraden Linie nähert, und es kann daher ein sehr grosser Druck, jedoch nur auf geringe Entfernungen ausgeübt werden. Es beruht auf diesem Principe Ullhorn's Prägmaschine, die amerikanische Buchdruckerpresse oder Hagarpresse, die Fuchs'sche Siegelpresse. S. Presse. C.

Knochenhöhlen oder Zoolithenhöhlen sind Kalksteinhöhlen (s. d. Art.), auf deren Boden sich Knochen vorweltlicher Thiere finden.

Knöpfe, irisirende, s. Art. Barton's irisirende Knöpfe.

Knoten kommt in der Physik namentlich als Schwingungsknoten vor bei der Wellenbewegung und bezeichnet eine an der Schwingung nicht Antheil nehmende Stelle im Gegensatze zu den Bäuchen, welche bei stehenden Wellen die in Schwingung begriffenen Stellen bezeichnen. Das Nähere in dem Art. Wellenbewegung und Ton. — Wo Anschwellungen mit Einschnürungen abwechseln, z. B. bei einem Wasserstrahle, der mit constanter Geschwindigkeit ausfliesst, bezeichnet man die letzteren ebenfalls als Knoten und die ersteren als Bäuche. — In der Astronomie heissen Knoten die Durchschnittspunkte zweier grösster Kreise an der scheinbaren Himmelskugel, in denen die Ebenen zweier verschiedenen Weltkörperbahnen liegen. Die Ebenen der einzelnen Planetenbahnen gehen durch die Sonne; die Durchschnittslinie je zweier dieser Ebenen heisst ihre Knotenlinie und die Endpunkte dieser Linie am scheinbaren Himmelsgewölbe sind die Knoten. Bezieht man

die Knoten auf die Erdbahn, so heisst derjenige der aufsteigende Knoten, von wo ab der Planet oder der Mond sich nördlich von der Ecliptik zu entfernen anfängt, während der andere der ab- oder niedersteigende Knoten heisst. — In der Schifffahrt nennt man Knoten die an der Logleine angebrachten Zeichen, welche entweder in wirklichen Knoten oder in eingedrehten farbigen Tuchstreifen bestehen. Die Entfernung je zweier dieser Knoten beträgt gewöhnlich $^1/_{120}$ einer Seemeile, deren 60 auf einen mittleren Meridiangrad gehen, und eine solche Entfernung nennt man auch Knoten. Lässt man nun die Logleine 30 Secunden $= ^1/_{120}$ einer Stunde ablaufen, was mit einem 30 Sec. laufenden Sandglase gemessen wird, und zählt die in dieser Zeit abgelaufenen Knoten, so erfährt man, wieviel Seemeilen das Schiff in einer Stunde läuft. Ein Schiff läuft 13 Knoten heisst also, es legt in einer Stunde 13 Seemeilen zurück (s. Art. Log).

Knotenlinie heisst in der Physik eine Linie, welche eine Reihe aneinander liegender Knotenpunkte (s. Art. Knoten) verbindet. — Wegen der Bedeutung der Knotenlinie in der Astronomie s. Art. Knoten.

Knotenpunkt soviel als Knoten (s. d. Art.).

Kochen bezeichnet den Uebergang eines tropfbarflüssigen Körpers in den luftförmigen Aggregatzustand unter wallender Bewegung durch die ganze Masse hindurch, während der mit Ruhe verbundene Uebergang nur an der Oberfläche mit Verdunstung oder Verdampfung (s. Art. Dampfbildung) bezeichnet wird. S. Art. Sieden.

Kochpunkt, s. Art. Siedepunkt.

Kochsalzquelle, s. Art. Salzquelle.

Körper oder physischer Körper heisst jeder mit Materie angefüllte, von allen Seiten begrenzte Raum. Unter einem mathematischen Körper versteht man nur etwas räumlich Begrenztes ohne materielle Erfüllung. Jeder Körper besitzt folglich Ausdehnung, d. h. er lässt sich nach Länge, Breite und Höhe bestimmen, und der physische Körper ausserdem noch Undurchdringlichkeit, d. h. an der Stelle, an welcher ein Körper ist, kann zu gleicher Zeit kein anderer sein. — Ausdehnung und Undurchdringlichkeit sind die beiden einzigen wesentlichen Eigenschaften aller physischen Körper.

Körpermass. Die Ausmessung der Räume stützt sich auf die Längenmasse und die zu Grunde liegende Raumeinheit ist ein Würfel, dessen Seite die Längeneinheit ist, also der Cubikfuss, die Cubikruthe, das Cubikmeter, das Cubikyard etc. In den frühesten Zeiten war dem nicht so, sondern für Flüssigkeiten und schüttbare Gegenstände hatte man im Verkehre besondere Hohlmasse, und da der Krug, in welchem Oel oder Wein aufbewahrt wurde, für Flüssigkeiten das Mass gewesen zu sein scheint, so ist eine grosse Verschiedenheit in die Hohlmasse gekommen. Bei den Griechen hiess das Hauptmass für Flüssig-

keiten Metretes, gleich 39,39 französischen Litern. Bei den Römern war bereits ein Gefäss von dem Inhalte eines Cubikfusses, welches Quadrantal hiess, später aber Amphora genannt wurde, die Einheit der Körpermasse. Das Zwanzigfache des Quadrantals galt unter dem Namen Culeus besonders als Weinmass. Die römische Amphora wird zu 22,9368 preuss. Quart oder 26,263 Liter angenommen. — Bei den Franzosen bildet das Cubikdecimeter unter dem Namen Liter das im Verkehr gewöhnliche Hohlmass, welches 55,89367 preuss. Cubikzoll oder fast $^7/_8$ preuss. Quart beträgt. — In England soll das Gallon das einzige normale Hohlmass sein. Das Normalgallon wurde im Hause der Gemeinen aufbewahrt und dies „Imperial Standard Gallon" hielt gesetzlich 10 *Avoir-du-poids*-Pfund Wasser bei 62° F. und 30 engl. Zoll Barometerstand, gewogen in der Luft mit messingenen Gewichten. 1 Gallon ist = 4,5435 Liter. — In den deutschen Staaten herrscht in Betreff der Hohlmasse eine grossartige Ungleichheit nicht nur bei gleichen Bezeichnungen in der Grösse, sondern auch bei sonst einander entsprechenden Massen in der Nomenclatur. — In Preussen liegt den Körpermassen der preuss. Cubikfuss zu Grunde, der nach dem Gewichtsgesetze von 1816 bei 15° der achtzigtheiligen Scala genau 66 (alte) preussische Pfund destillirten Wassers fassen soll. $^1/_{27}$ Cubikfuss heisst ein Quart = 1,145 Liter; 3 Quart sind eine Metze; 48 Quart = 1 Scheffel; 4 Scheffel = 1 Tonne; 24 Scheffel = 1 Wispel. Ein Raum von 6 Fuss Länge, 6 Fuss Breite, 3 Fuss Höhe, also von 108 Cubikfuss, heisst eine Klafter; ein Raum von 12 Fuss Länge, 12 Fuss Breite und 1 Fuss Höhe, also von 144 Cubikfuss, eine Schachtruthe. — In den einzelnen Theilen des österreichischen Staates begegnet man bei den Hohlmassen einer grossen Ungleichheit. Das eigentliche Wiener Hohlmass für trockene Stoffe ist die Metze und für Flüssigkeiten die Mass oder die Kanne. Die Metze ist gleich 61,4994 Liter und wird in halbe Metzen, Viertel und Achtel eingetheilt. Ein Achtel hält 4 Mässel, 1 Mässel wieder 4 Becher und 30 Metzen machen 1 Muth. Eine Mass kommt 1,415015 Litern gleich und hält 4 Seitel. 40 Maas geben 1 Eimer; 10 Eimer sind = 1 Fass und 30 Eimer = 1 Dreiling. — In Böhmen misst man trockene Stoffe nach Strichen und Flüssigkeiten nach Pinten etc. 1 Strich ist = 93,60224 Liter und 1 Pinte = 1,911271 Liter.

Kohlenlicht, electrisches, s. Lichtbogen, Volta'scher.

Kohlensäuregehalt der Atmosphäre, s. Art. Atmosphäre.

Kolben (Embolus) ist ein in einem Cylinder luftdicht anschliessender Körper, welcher durch eine Stange (Kolbenstange) in dem Cylinder hin und her bewegt werden kann, z. B. bei der Luftpumpe, bei der Wasserpumpe, bei Dampfcylindern etc. Das dichte Anschliessen, die Liderung, wird bei Pumpen gewöhnlich durch Leder

zu Stande gebracht, bei Dampfkolben durch Hanf oder meistens durch Metall. Bei der Hanfliderung ist der Kolbenkörper hohl, innen durch Rippen verstärkt; die untere Kolbenfläche springt nach der Peripherie heraus; die dadurch entstehende Rinne wird mit geflochtenen Hanfzöpfen umwickelt und dann ein ringförmiger Deckel, welcher die obere Seite der Rinne bildet, mittelst Schrauben angezogen. Diese Liderung nutzt sich bald ab und zeigt grosse Reibung. Bei der Metallliderung liegen um den abgeschliffenen Kolben abgeschliffene Ringstücke, welche durch Federn im Innern des Kolben, welche gegen kleinere Ringstücke drücken, an die Cylinderwand angepresst werden. Wegen der Lederliderung s. Art. Pumpe.

Der Destillirkolben ist ein bauchiges, oben in einen Hals auslaufendes (keulen- oder kolbenförmiges) gläsernes oder metallenes Gefäss, in welchem die zu destillirende Flüssigkeit erhitzt wird.

Komet, Haarstern, Schwanzstern, Schweifstern heisst ein Stern, der durch eine nebelige Umhüllung, gewöhnlich auch durch einen von der Sonne abgekehrten feurigen Schweif sich von den übrigen Sternen unterscheidet. Sie bewegen sich in allen möglichen Richtungen und können ebenso gut in den polaren, als in den äquatorialen oder zodiakalen Gegenden des Himmels erscheinen. Die Anzahl der beobachteten Kometen von Christi Geburt bis Mitte des 19. Jahrhunderts beläuft sich auf mehr als 600; jedoch dürfte ihre wahre Anzahl nicht unter 3000 betragen, da seit dem Gebrauche des Fernrohres eine weit grössere Menge wahrgenommen ist. — Man unterscheidet an den Kometen namentlich drei Theile: den Kern, die den Kern umgebende kugelförmige Dunsthülle und den Schweif.

Der Kern erscheint bisweilen in dem sogenannten Kometenkopfe (Dunsthülle) als ein sternähnlicher Lichtpunkt; bisweilen als ein schärfer begrenztes planetenähnliches Scheibchen; meistens aber nur als ein stärkerer Grad der Verdichtung. — Diesen Kern umgiebt gewöhnlich eine matter beleuchtete, meist kugelförmige Dunsthülle (Haar), die bisweilen schweiflos ist, meistens aber auf der der Sonne abgewendeten Seite in einen schweifartigen Nebel übergeht. — Der Kern ist bald matter, bald glänzender; der Durchmesser der Dunsthülle ist bei einem und demselben Kometen veränderlich. 20000 bis 25000 Meilen ist das häufigste Mass des Durchmessers, doch überschreitet dasselbe bisweilen 45000 und bei dem grossen Kometen von 1811 hat man sogar 245000 Meilen gefunden. Bei Annäherung des Kometen an die Sonne wird der Durchmesser kleiner, bei zunehmender Entfernung wächst er wieder. — Der Schweif ist oft nur 100000 Meilen lang, in anderen Fällen reichte er 20 bis 30 Millionen Meilen weit; der des Kometen von 1843 soll sogar 35 bis 45 Millionen gehabt haben. — Schweif und Dunsthülle sind so locker, dass man, selbst bis nahe am Kerne, kleine Sterne durchschimmern sieht. — Das Licht der Kometen ist höchst wahr-

scheinlich kein eigenes, sondern erborgtes, da man durch das Polariskop reflectirtes Licht erkannt hat. Ob ausser diesem reflectirten Sonnenlichte die Kometen nicht auch eigenes Licht haben, bleibt freilich noch dahingestellt. — Die Dunsthülle besteht wahrscheinlich aus derselben Materie wie der Kern, nur im Zustande grösserer Verdünntheit; doch sind unsere Kenntnisse über das Wesen dieses Stoffes noch ganz unvollkommen. — In Betreff der Schweifbildung hat man die Annahme einer in dem Kerne oder allgemein in dem dichteren Theile des Kopfes enthaltenen Kraft nothwendig erachtet, welche einen Theil der Nebelhülle nach einer von der Sonne abwärts gehenden Richtung treiben soll, während andererseits von dem Kometenkopfe ausgehende, öfter beobachtete Ausströmungen gegen die Sonne gerichtet sind. Diese abstossende Kraft müsste an Intensität die Schwerkraft weit übertreffen. Im Allgemeinen ist die Axe des Schweifes geradlinig, bisweilen erscheint dieselbe aber auch gekrümmt, namentlich am äusseren Ende, wahrscheinlich weil die schweifbildende Repulsivkraft in dieser grossen Entfernung zu schwach wird und der Aether Widerstand leistet. Wenn der Komet sich von der Sonne entfernt, nimmt die Schweiflänge ab. Am 26. Juni 1819 war die Erde wahrscheinlich innerhalb eines Kometenschweifes, ebenso 1823, ohne dass davon eine Wirkung gespürt worden sei. Der Komet von 1770 ist in den Jahren 1767 und 1779 sehr nahe an dem Jupiter und seinen Monden vorbeigegangen und man hat dabei keine merkliche Störung dieser Himmelskörper beobachtet. Hieraus folgt, dass eine grosse Annäherung eines Kometen an die Erde dieser keine Gefahr bringen dürfte. Im Jahre 1819 erschien ein Komet, der zwei Schweife hatte, von denen der eine gegen die Sonne gekehrt war. — Der Biela'sche Komet mit 6,62jähriger Umlaufszeit theilte sich wunderbarer Weise 1846 in zwei Kometen, die 1852 wiederkehrten und von denen nun jeder seine eigene Bahn verfolgt.

Newton zeigte zuerst, dass die Kometen sich in sehr excentrischen Ellipsen bewegen, in deren einem Brennpunkte die Sonne steht; dass ferner diese Ellipsen in der Nähe der Sonne einer Parabel sehr ähnlich sind. Hierdurch ist die Berechnung der Planetenbahnen wesentlich erleichtert worden und es ist gelungen, von mehreren Kometen die vollständigen elliptischen Bahnen zu bestimmen und somit auch ihre Wiederkehr anzugeben. Wenn von zwei zu verschiedenen Zeiten erschienenen Kometen die Elemente, durch welche der sichtbare Theil ihrer Bahn bestimmt wird, nahe dieselben sind, so kann man mit grosser Wahrscheinlichkeit folgern, dass beide Male der nämliche Komet erschienen ist. Der Unterschied der Zeiten, es sei denn, dass sich dazwischen ein Komet mit denselben Elementen gezeigt hätte, ist dann die Umlaufszeit. Nach dem dritten Kepler'schen Gesetze (s. Art. Kepler'sche Gesetze) kann man dann die mittlere Entfernung berechnen und dies reicht dann aus, um mit Hilfe der bekannten Distanz des Perihels (s. Art. Aphelium)

die Ellipse zu bestimmen. Edmund Halley (1656—1742) sagte zuerst die Wiederkehr des Kometen von 1682 voraus und diese trat auch 1759 wirklich ein, ebenso 1835. Von demselben Kometen kennen wir Erscheinungen aus den Jahren 1531 und 1607. Seitdem kennt man mehrere (231) Kometenbahnen: der Komet von Pons 1812 hat eine Umlaufszeit von 70,68 Jahren; der von Olbers 1815 von 74,05 Jahren; der von de Vico 1846 IV von 73,25 Jahren; der von Brorsen 1847 III von 74,97 Jahren; der von Westphal 1852 III von etwa 69 Jahren. Der von Pons 1818 entdeckte, aber von Encke berechnete und nach diesem benannte Komet hat eine Umlaufszeit von etwa $3^1/_3$ Jahren; der von Biela 1846 von 6,62 Jahren, berechnet von Plantamour; der von de Vico 1844 entdeckte hat nach Brünnow eine Umlaufszeit von 5,47 Jahren, der 1846 von Brorsen entdeckte nach Brünnow von 5,58 Jahren; der von d'Arrest 1851 von 6,44 Jahren; der von Faye 1843 nach Leverrier von 7,44 Jahren. Diese Kometen, zu denen noch einige zweifelhafte gerechnet werden können, nennt man innere Kometen, da ihre Bahn über die des Neptun noch nicht hinausreicht; die voranstehenden von ungefähr 70jähriger Umlaufszeit und die von noch grösseren Perioden nennt man im Gegensatze äussere, über unser Sonnensystem hinausreichende, Kometen. Der 1822 von Pons entdeckte Komet IV soll z. B. nach Encke's Berechnung eine Umlaufszeit von 5444 Jahren haben.

Der Encke'sche Komet ist besonders wichtig geworden, weil durch ihn die Existenz des Aethers festgestellt worden ist. Die Umlaufszeit des Kometen wird nämlich immer kleiner. Dies zeigt einen Widerstand an, durch welchen die Bahn verengert wird, und diesen Widerstand bietet der den Weltenraum erfüllende Aether.

Kometensucher oder Sucher nennt man ein astronomisches Fernrohr, bei welchem hinter dem Objectivglase noch ein Convexglas eingeschoben ist, um neben einer Verkürzung des Rohres namentlich ein grösseres Gesichtsfeld zu gewinnen. Vergl. Art. Fernrohr. I.

Kompass, s. Art. Compass.

Konisches Pendel, s. Art. Centrifugalpendel.

Konisches Rad, ein Rad mit Zähnen, welche auf der Radfläche schräg stehen, so dass sie in einem Kegelmantel liegen. S. Art. Räderwerk. A.

Korkkugelelectrometer oder Korkkugelectroskop ist das von Canton construirte Electroskop mit Korkkugeln. S. Electroskop.

Korkkugeltanz, s. Art. Puppentanz.

Kornregen, s. Art. Fruchtregen.

Kosmisch bedeutet auf die Welt Bezug habend.

Kosmischer Auf- und **Untergang** eines Gestirnes bezeichnet den Auf- und Untergang desselben gleichzeitig mit dem Aufgange der Sonne.

Kosmogenie die Lehre von der Entstehung und Bildung der gesammten Körperwelt.

Kosmologie die Lehre von dem Kosmos, d. h. von der Welt als einem Natur-Ganzen.

Kosmos, d. h. die Welt als ein Natur-Ganzes.

Kräfteparallelogramm, s. Art. Bewegungslehre. IV. 3. S. 95.

Krämerwaage nennt man die gewöhnliche gleicharmige Waage. S. Art. Waage.

Kraft bezeichnet die Ursache einer Veränderung im Zustande eines Körpers. Kein Körper kann seinen Zustand von selbst verändern (s. Art. Beharrungsvermögen); tritt nun dennoch eine Aenderung ein, so muss eine besondere Ursache dagewesen sein, welche dies veranlasst hat, und diese Ursache nennt man eben Kraft. Hiernach besteht die Wirkung einer Kraft entweder darin, einen ruhenden Körper in Bewegung zu setzen, oder die Bewegung eines bewegten zu verändern.

A. Auf die Stärke einer Kraft können wir nur aus ihrer Wirkung schliessen. Da die Wirkung einer Kraft auf ein Bewegliches darin besteht, dass sie demselben eine Bewegung ertheilt, wir die Bewegung aber nach ihrer Geschwindigkeit (s. Art. Bewegungslehre) bestimmen, so werden wir die Stärke einer Kraft auch nach der Geschwindigkeit zu messen haben, welche sie dem Beweglichen ertheilt. Die Bewegungen unterscheidet man in gleichförmige und ungleichförmige; beim Messen der Kräfte muss daher dies berücksichtigt werden, obgleich jede — auch die gleichförmige — Bewegung eines Körpers in ihrem Beginne — also gewöhnlich nur sehr kurze Zeit — eine beschleunigte ist, da jede Kraft einer gewissen Zeit bedarf, wenn sich ihre Wirkung über einen ganzen Körper erstrecken soll.

I. Von Kräften, welche gleichförmige Bewegungen erzeugen, gilt:

a) Bei gleichen Massen verhalten sich die Kräfte wie die Geschwindigkeiten. Dies ergiebt sich durch einfache Betrachtung bestimmter Fälle. Bezeichnen wir mit V die Kraft, mit M die Masse und mit C die Geschwindigkeit, so ist also, wenn $M = M'$ ist, $V : V' = C : C'$.

b) Bei gleichen Geschwindigkeiten verhalten sich die Kräfte wie die bewegten Massen. Dies ist ebenso an sich klar und also, wenn $C = C'$ ist, $V : V' = M : M'$.

c) Allgemein verhalten sich die Kräfte wie die Producte aus den Massen und Geschwindigkeiten. Denkt man sich noch eine dritte Kraft, welche einer Masse M die Geschwindigkeit C' ertheilt, so folgt, dass $V : V' = MC : M'C'$ ist.

d) Bei gleichen Kräften verhalten sich die Geschwindigkeiten umgekehrt wie die Massen. Wenn $V = V'$ ist, so ist auch (nach *c*) $MC = M'C'$, also $C : C' = M' : M$.

e) Nimmt man eine Kraft V', welche eine Masse M' in eine gleichförmige Bewegung mit der Geschwindigkeit C' versetzt, als Krafteinheit an, und setzt ebenfalls M' als Masseneinheit und C' als Geschwindigkeitseinheit, so erhält man (aus *c*) $V = MC$, d. h. die Grösse der gleichförmig bewegenden Kraft ist dem Producte aus der Masse und der Geschwindigkeit gleich, und dies bedeutet, dass die Kraft, welche der Masse M bei gleichförmiger Bewegung die Geschwindigkeit C ertheit, soviel Krafteinheiten beträgt, als das Product aus den in der Masse enthaltenen Masseneinheiten und den in der Geschwindigkeit enthaltenen Geschwindigkeitseinheiten angiebt.

II. Von Kräften, welche gleichförmig beschleunigte oder gleichförmig verzögerte Bewegungen erzeugen, gilt in gleicher Weise:

a) Bei gleichen Massen verhalten sich die Kräfte wie die Beschleunigungen oder Verzögerungen. Es ist also, wenn $M = M'$ und die Beschleunigung oder Verzögerung mit γ bezeichnet wird, $V : V' = \gamma : \gamma'$.

b) Bei gleichen Beschleunigungen oder Verzögerungen verhalten sich die Kräfte wie die Massen. Es ist also, wenn $\gamma = \gamma'$ ist, $V : V' = M : M'$.

c) Allgemein verhalten sich die Kräfte wie die Producte aus den Massen und den Beschleunigungen oder Verzögerungen. Es ist also $V : V' = M\gamma : M'\gamma'$.

d) Bei gleichen Kräften verhalten sich die Beschleunigungen oder Verzögerungen umgekehrt wie die Massen. Es ist also, wenn $V = V'$ ist, $\gamma : \gamma' = M' : M$.

e) Die Grösse (Stärke) der gleichförmig beschleunigenden oder verzögernden Kraft ist dem Producte aus der Masse und der Beschleunigung oder Verzögerung gleich. Es ist also, wenn V', M' und γ' als Einheiten genommen werden, $V = \gamma M$.

f) Die Grösse (Stärke) der bewegenden Kraft, welche in einem Augenblicke der Bewegung der Masse M beiwohnt, ist — da dann die Masse dem Beharrungsvermögen folgend, also gleichförmig fortgehend, anzunehmen ist, — nach I. e das Product aus der Masse und der in dem Augenblicke stattfindenden Endgeschwindigkeit.

B. Als Mass für die Kräfte (als Krafteinheit) nimmt man häufig Gewichte. In vielen Fällen misst man nach Pferdekräften (s. d. Art.). Die Kraft eines Menschen nimmt man durchschnittlich zu $^1/_7$ Pferdekräften an. — Um in Zeichnungen Kräfte darzustellen, giebt man entweder durch einen mit einer Pfeilspitze versehenen Strich die Richtung

derselben an und setzt in Zahlen die Stärke der Kraft in Krafteinheiten daneben, oder man deutet durch den Strich nicht blos die Richtung, sondern zugleich durch die Länge desselben die verhältnissmässige Stärke an.

C. Von manchen Seiten wird unterschieden: beständige oder absolute Kraft und relative oder veränderliche Kraft. Unter jener versteht man dann eine Kraft, welche fortwährend und stets mit derselben Stärke auf einen Körper einwirkt, während diese das Gegentheil bezeichnet. Besser nennt man eine beständige Kraft eine constante und eine veränderliche eine variable. Ausserdem unterscheidet man momentane und continuirliche Kräfte. Diese wirken ununterbrochen eine angebbare Zeit lang, jene nur einen Augenblick, oder (da jede Kraft Zeit gebraucht, sollte diese auch ungemein kurz sein, damit sich ihre Wirkung auf den ganzen Körper erstreckt) eine wegen ihrer Kürze nicht angebbare Zeit lang.

Einige besonders charakterisirte Kräfte s. in den folgenden Artikeln und unter den besonderen Bezeichnungen, z. B. Elasticität, Schwerkraft, Wärme etc.

Kraft, farbenzerstreuende, ist der Quotient aus der Dispersion durch den um 1 verminderten Brechungsexponenten der mittleren Strahlen, gewöhnlich des Streifens E der Fraunhofer'schen Linien.

Kraft, lebendige, nennt man, ohne einen besonderen Begriff damit zu verbinden, das Product aus der Masse oder aus dem Quotienten, welchen man durch Division mit der Grösse der Acceleration g beim freien Falle in das Gewicht G des Körpers erhält, und aus dem Quadrate der Geschwindigkeit (v), welche der Masse beiwohnt; also ist Mv^2 oder $v^2 \frac{G}{g}$ die lebendige Kraft der bewegten Masse. Die mechanische Arbeit, welche eine bewegte Masse in sich vereinigt, ist der halben lebendigen Kraft gleich.

Kraft, lichtbrechende, s. Art. Brechungsvermögen.

Krafteinheit, s. Art. Kraft. B.

Kraftlinien, magnetische, nennt Faraday solche Linien, welche eine kleine Magnetnadel beschreibt, wenn man sie so fortbewegt, dass ihre Richtung fortwährend die Tangente zur Bewegungslinie bleibt. Jeden magnetischen Körper umgeben solche Linien. Nicht nur die Richtung, sondern auch die Intensität der magnetischen Kraft wird nach ihm durch diese Linien angezeigt. S. Art. Figuren, magnetische.

Kraftmaschine kann jede Maschine genannt werden, bei welcher Bewegung hervorgebracht werden kann durch eine Kraft, die ohne Hilfe der Maschine dies nicht im Stande wäre. Die Druckhebel z. B. (s. Art. Hebel) wären in diesem Sinne Kraftmaschinen. Wegen der electrischen Kraftmaschinen s. Art. Electromagnet. S. 272.

Kraftmesser, s. Art. Dynamometer.

Krahn oder Kranich ist eine Maschine zum Auf- und Abladen grosser Lasten. Das Wesentliche ist ein horizontal hervorragender oder schräg ansteigender Balken, der sich um eine verticale Axe, also horizontal drehen lässt; an dem Balkenende ist ein Flaschenzug befestigt, an dessen Tau die Kraft, z. B. beim Aufwinden von Baumaterialien, unmittelbar wirkt, oder es ist noch ein Räderwerk mit demselben in Verbindung, z. B. beim Auf- und Abladen von Schiffsgütern. An den Bollwerken der Häfen und in der Nähe der Bahnhöfe findet man jetzt häufig sehr kräftige, ganz von Eisen gebaute Krahne.

Krampffisch, s. Art. Fische, electrische.

Kranich, s. Art. Krahn.

Kranz nennt Kämtz eine Art Hof (s. d. Art.).

Kranzlampe nennt man bisweilen eine Lampe mit ringförmigem Oelbehälter, wie sich solche bei den Astral- und Sinumbralampen finden.

Krater ist die runde oder ovale Einsenkung oder die umgekehrt kegelartige Höhlung, welche die Oeffnung eines Vulcans (s. d. Art.) bildet. Leopold v. Buch hat Erhebungs-Krater und Auswurfs-Krater unterschieden. Jene sind das Ergebniss einer minenartigen Explosion, und die Vertiefung nennt man dann auf den canarischen Inseln Caldera und die radienförmigen Einschnitte der Umwallung Barancos. Der Erhebungs-Krater ist auf der ersten eingetretenen Erhebung des Bodens. Die meisten Vulcane haben jedoch derartige Auftreibungen von Zeit zu Zeit wiederholt. Dadurch erhielt der Erhebungs-Krater eine Umgestaltung und es bildete sich in ihm der Auswurfs-Krater, den man gewöhnlich schlechthin Krater nennt. Durch diesen Krater werden Auswurfsstoffe aus der Tiefe emporgetrieben, die sich dann um den schon vorhandenen Erhebungs-Krater kegelförmig anhäufen.

Kreisbewegung ist eine Centralbewegung im Kreise. Das Nähere enthält Art. Bewegungslehre. IV. 8.

Kreisel, s. Art. Rotationsapparat, Fessel'scher, und Busolt'scher Farbenkreisel.

Kreiselrad oder Turbine, s. Art. Turbine.

Kreisexcentrik oder excentrische Scheibe, s. Art. Excentrik.

Kreismikrometer, das, gehört zu den Flächenmikrometern und besteht aus einem einfachen Kreise in dem Brennpunkte des Fernrohres. Näheres im Art. Mikrometer. 2.

Kreispendel ist ein Pendel, dessen Schwingungspunkt sich auf einem Kreisbogen bewegt, was bei einem Cycloidenpendel und Centrifugalpendel nicht der Fall ist. Vergl. Art. Pendel.

Kreispolarisation, s. Art. Circularpolarisation.

Kreisstrich ist eine Methode, künstliche Magnete durch Streichen mit Magneten herzustellen. Bei derselben werden vier Stahlstäbe oder abwechselnd zwei Stahlstäbe und zwei Eisenstäbe so zusammengelegt, dass sie ein Quadrat bilden. Hierauf setzt man, wie bei dem Doppelstriche (s. d. Art.), zwei ungleichnamige Magnetpole auf einen Stab und führt sie mehrmals in derselben Richtung ringsherum. Zweckmässig ist es, den Kreisstrich auf beiden Seiten der zu magnetisirenden Stäbe auszuführen. Es versteht sich von selbst, dass man den Kreisstrich auch bei zwei mit ihren Endflächen an einander gelegten Hufeisen und selbst bei einem Hufeisen mit vorgelegtem Anker anwenden kann. Vergl. überdies Art. Magnetismus.

Kreuz an Sonne und Mond, s. Art. Hof. B; Kreuz im polarisirten Lichte, s. Art. Polarisation. A. d.; Kreuz von Peltier, s. Art. Peltier's Kreuz.

Kreuzhaspel, ein Haspel (s. d. Art.) mit durch die Welle gesteckten Spaken.

Kröten nach Regen erscheinen in grösserer Menge wohl aus denselben Gründen wie die Frösche. Vergl. Art. Froschregen.

Krone oder Corona bei totalen Sonnenfinsternissen s. im Art. Corona. Ausserdem spricht man auch von einer Nordlichtskrone (*corona borealis*) und versteht darunter das Zusammenschiessen der Nordlichtstrahlen in einem Punkte. Näheres im Art. Polarlicht; hier bemerken wir nur, dass die Krone nur einige Minuten dauert und nicht bei jedem Nordlichte zu Stande kommt.

Kronenventil oder Doppelventil oder Glockenventil ist ein Ventil mit doppeltem Ventilsitze, nämlich einem oberen und einem unteren, und einem glockenförmigen Körper, dessen Krümmungen genau an die abgeschliffenen Ventilsitze passen. Ist das Ventil geschlossen, so liegt die Glocke mit ihrer Innenfläche auf dem oberen Ventilsitze und gleichzeitig mit der Aussenfläche auf dem unteren. Diese Ventile lassen sich ohne Kraftaufwand öffnen und schliessen, weil der Dampf wegen der bauchigen Gestalt der Glocke ebenso stark von unten nach oben, wie an einer entsprechenden Stelle von oben nach unten drückt, und ausserdem gestatten sie bei geringer Erhebung dem Dampfe einen ungehinderten Durchgang.

Kronglas oder Crownglas ist Fensterglas, s. Art. Flintglas.

Kronrad, s. Art. Kammrad und Räderwerk. A.

Kropfrad oder Brustrad heisst ein Wasserrad, bei welchem das Wasser seitwärts auffällt und daher das Schussgerinne eine Neigung nach der Biegung des Rades, einen Kropf, erhält.

Krücke nennt man bei den Rohrwerken die Vorrichtung, durch welche die Zunge verlängert oder verkürzt werden kann. Die Höhe des Tones hängt nämlich auch ab von der Geschwindigkeit der Zungenschwingungen, diese wird aber desto grösser, je kürzer die Zunge ist.

Krümmungshalbmesser. } Ein Kreis, welcher durch drei aufein-
Krümmungskreis. } anderfolgende Punkte einer krummen Linie geht, heisst der Krümmungskreis des betreffenden Bogenstückes und der zu demselben gehörige Halbmesser der Krümmungshalbmesser. Vergl. Art. Bewegungslehre. IV. 8. e. Zwischen dem Krümmungskreise und dem betreffenden Bogenstücke der Curve lässt sich kein anderer Kreis weiter ziehen.

Krümmungswinkel heisst der Winkel, den zwei Tangenten einer krummen Linie mit einander bilden, wenn ihre Berührungspunkte einander unendlich nahe liegen, also zu ihnen drei auf einanderfolgende Punkte gehören.

Krummzapfen oder Kurbel (s. d. Art.).

Kryometer, Frostmesser, nannte Flaugergues eine Vorrichtung, durch welche er die mittlere Stärke der Kälte während einer gewissen Zeit bestimmen wollte. Es kam dabei auf die Eismenge an, welche in derselben Zeit in einem mit Wasser gefüllten Gefässe gebildet wurde. — Pleischl nannte ebenso ein Thermometer für niedrige Temperaturen, welches mit Schwefelkohlenstoff gefüllt war. Der Schwefelkohlenstoff eignet sich indessen hierzu nicht, da er sich nächst dem Wasser am wenigsten regelmässig ausdehnt.

Kryophor, minder richtig Chryophor, Frostträger, heisst ein von Wollaston angegebenes Instrument, um Wasser durch die bei seiner Verdunstung entstehende Kälte, d. h. durch die dabei gebundene Wärme, zum Gefrieren zu bringen. Die Einrichtung ist dieselbe wie bei dem Pulshammer, aber im Innern ist Wasser. Taucht man die leere Kugel in eine Frostmischung oder umgiebt man dieselbe mit einer dünnen Leinwandhülle und tröpfelt Aether darauf, so kommt das Wasser in der anderen Kugel zum Gefrieren. Durch die Abkühlung der leeren Kugel wird der in derselben enthaltene Wasserdampf condensirt; eine Folge hiervon ist neue Wasserdampfbildung aus dem Wasser der anderen Kugel; hierdurch wird dem Wasser selbst Wärme entzogen, und da die Verdampfung in dem leeren Raume schnell erfolgt, so kann der Wärmeverlust des Wassers durch andauernde Condensation der Dämpfe so weit gehen, dass es zu Eis wird. Auf denselben Vorgang gründet sich Daniell's Hygrometer (s. Art. Hygrometer. 2.).

Krystall heisst jeder feste Körper, welcher von ebenen Flächen regelmässig begrenzt ist. Künstliche Krystalle haben durch künstliche Behandlung (Schleifen u. dergl.) diese Gestalt erhalten; bei den natürlichen Krystallen — und diese kommen vorzugsweise in Betracht — ist die Gestalt wesentlich und steht mit den physikalischen und chemischen Eigenschaften im Zusammenhange. Der amorphe (s. Art. Amorph) Zustand ist der Gegensatz zu dem krystallinischen. Vergl. die Art. Krystallisation, Krystallographie etc.

Krystall, attractiver
„ doppeltbrechender
„ negativer
„ optisch einaxiger
„ optisch zweiaxiger
„ positiver
„ repulsiver
} s. Art. Brechung. A.II.

„ links drehender
„ rechts drehender
} s. Circularpolarisation.

„ trimetrische, tetrametrische etc. s. Art. Krystallographie.

Krystallbildung, s. Art. Krystallogenie.

Krystallelectricität oder Pyroelectricität gehört zu der Thermoelectricität (s. d. Art.) und handelt von denjenigen electrischen Erscheinungen, welche durch Temperaturwechsel an gewissen Krystallen auftreten.

Krystallhäutchen oder Salzhäutchen nennt man das dünne Häutchen, welches sich bei der Concentration einer krystallisirbaren Auflösung im Augenblicke der rechten Concentration bildet.

Krystallhöhle, auch Krystallkeller, nennt man Höhlen, welche namentlich mit Bergkrystallen auf ihren Wänden bedeckt sind, z. B. auf dem Zinkenstocke im berner Oberlande, im Vietscherthale, im Fichtelgebirge unweit Wunsiedel etc. — Räume in den Erzgangmassen, deren innere Wandungen ganz mit Krystallen bedeckt sind, nennt man Drusenhöhlen.

Krystallinisch bedeutet keine vollkommene Ausbildung zu Krystallen, z. B. Hutzucker im Gegensatze zu Kandiszucker.

Krystallisation
Krystallisiren
Krystallisirung
} bezeichnet das Vorsichgehen der Krystallbildung, s. Krystallogenie.

Krystallisationspolarität, s. Art. Krystallographie. C.

Krystallisationssystem, s. Art. Krystallsystem.

Krystallisationswasser, s. Art. Krystallwasser.

Krystalllinse, s. Art. Auge.

Krystallogenie, Krystallbildung. Die Krystallbildung bedingt, dass der betreffende Stoff sich im tropfbarflüssigen oder luftförmigflüssigen Zustande befindet. Ist ein Körper tropfbarflüssig nur durch Wärme, so erfolgt die Krystallbildung bei Abkühlung; ist er tropfbarflüssig durch Anwendung eines Auflösungsmittels, so bei Abkühlung der bei höherer Temperatur gesättigten Lösung, oder bei Entziehung des Auflösungsmittels durch Verdampfung, oder bei Zusetzung einer anderen Substanz. Nach der ersten Art kann man z. B. Schwefel, Wismuth etc. zum Krystallisiren bringen, indem man — um deutliche Krystalle zu erhalten — nachdem sich eine Krystallrinde gebildet hat, diese durch-

stösst und den noch flüssigen Theil abgiesst. Auf die zweite Art erhält man z. B. von Kampher, der in Weingeist gelöst war, Krystalle, desgleichen von Schwefel aus der Lösung desselben in Schwefelkohlenstoff. Durch Verdampfen des Wassers der Salzsoole erhält man Salzkrystalle, ebenso durch Zusatz von Chlorcalcium. Im Allgemeinen werden die Krystalle um so grösser, je langsamer die Ausscheidung erfolgt, z. B. beim Kandiszucker. — Bringt man in eine heiss bereitete Auflösung von Salpeter und Glaubersalz einen Salpeterkrystall, so bilden sich nur Salpeterkrystalle, hingegen nur Krystalle von Glaubersalz, wenn man einen Glaubersalzkrystall einbringt. — Bei Krystallbildung im Grossen bedient man sich hölzerner Fässer oder Bottiche, die man Wachsfässer nennt, weil in ihnen die Krystalle wachsen sollen, z. B. bei der Alaunfabrikation. — Die Flüssigkeit, in welcher der Krystall aufgelöst war und welche die Krystalle noch umgiebt während der Bildung derselben, heisst die Mutterlauge.

Krystallbildung aus luftförmigflüssigen Stoffen tritt bei der Sublimation ein, z. B. bei Benzoësäure, Schwefel etc. Auch die Schneekrystalle entstehen auf diesem Wege.

Als bei der Krystallisation eintretende Nebenerscheinungen erwähnen wir das Freiwerden von Wärme; selbst Lichterscheinungen zeigen sich, z. B. bei der Krystallisation des schwefelsauren Kalis; endlich findet auch eine Electricitätsentwickelung statt.

Krystallographie, Krystallbeschreibung. A. Die in der Natur vorkommenden Krystallgestalten lassen sich auf eine geringe Anzahl einfacher Formen zurückführen, bei denen die Lage der Flächen gegen den Mittelpunkt nach einem bestimmten Symmetriegesetze geordnet ist. Dies deutet darauf hin, dass die Kräfte, von denen die Krystallgestalt bedingt war, nur in bestimmten Richtungen wirksam gewesen sind. Die Linien, in welchen diese Richtungen liegen, nennt man die Axen des Krystalles. Es lassen sich nun sämmtliche bis jetzt beobachtete, in der Natur vorkommende Krystallgestalten nach der Anzahl der Axen in zwei Klassen bringen, nämlich in Krystalle mit drei Axen, trimetrische Krystalle, und in Krystalle mit vier Axen, tetrametrische Krystalle. Nimmt man noch auf die Lage und Grösse der Axen Rücksicht, so erhält man folgende 6 Krystallisationssysteme:

I. Trimetrische Krystalle:

1) Die drei Axen stehen senkrecht auf einander und sind

a) gleich: das reguläre, oder gleichgliederige, oder sphäroëdrische (Weiss), oder isometrische (Hausmann), oder tesserale (Naumann, Breithaupt), oder tessularische (Werner, Mohs, Haidinger) oder vielaxige (Naumann) System, z. B. Würfel.

b) ungleich, aber so, dass noch zwei gleich, aber grösser

oder kleiner als die dritte sind: das 2- und 1axige oder viergliedrige (Weiss), oder monodimetrische (Hausmann), oder pyramidale (Mohs, Haidinger), oder tetragonale (Naumann, Breithaupt) System, z. B. quadratisches Octaëder.

c) ungleich, so dass keine der anderen gleich ist: das 1- und 1axige, oder zwei- und zweigliederige (Weiss), oder anisometrische (Hausmann), oder prismatische (Mohs, Haidinger), oder orthotype (Mohs), oder rhombische (Naumann, Breithaupt) System, z. B. gerade rectanguläre Säule.

2) Die drei Axen bilden unter einander nicht lauter rechte, sondern wenigstens einen schiefen Winkel und sind ungleich:

d) zwei Axen stehen senkrecht auf einander, die dritte ist geneigt gegen diese: das 2- und 1gliederige, oder dyhenoëdrische (Weiss), oder monoklinometrische oder monoklinoëdrische (Naumann), oder hemirhombische (Breithaupt), oder hemiprismatische oder hemiorthotype (Mohs) System, z. B. schiefe prismatische Säule.

e) keine Axe steht senkrecht auf der anderen: das 1- und 1gliederige oder henoëdrische (Weiss), oder triklinometrische oder triklinoëdrische (Naumann), oder tetartoprismatische oder anorthotype (Mohs), oder trimetrische (Hausmann), oder tetartorhombische (Breithaupt), oder anorthische (Haidinger) System, z. B. schiefe rhombische Säule.

II. Tetrametrische Krystalle:

f) drei gleiche Axen liegen in derselben Ebene und schneiden sich unter Winkeln von 60°, die vierte Axe ist jenen dreien nicht gleich und steht in ihrem Durchschnittspunkte senkrecht auf ihnen: das 3- und 1axige oder sechsgliederige oder drei- und dreigliederige (Weiss), oder monotrimetrische (Hausmann, Naumann), oder rhomboëdrische (Mohs, Haidinger), oder hexagonale (Naumann) System, z. B. Rhomboëder.

Die vor den anderen Axen am meisten sich auszeichnende wird als Hauptaxe angenommen und die anderen nennt man Neben- oder Queraxen. Bei der Beschreibung eines Krystalls denkt man sich diesen so vor den Beobachter gestellt, dass seine Hauptaxe vertical steht. Liegen die Endpunkte der Hauptaxe in den Mitten zweier einander parallelen Flächen, so heissen diese Flächen die Endflächen; liegen sie in zwei Ecken, so heissen diese Scheitel; liegen sie in den Mitten zweier Kanten, so heissen diese Gipfelkanten. Flächen, welche einen Scheitel bilden, werden Scheitelflächen genannt und die zu einem Scheitel gehörigen Kanten Scheitelkanten. Die in einer

Gipfelkante sich schneidenden Flächen nennt man Gipfelflächen. Flächen, welche der Hauptaxe parallel sind, heissen Seitenflächen, so wie der Hauptaxe parallele Kanten Seitenkanten. Solche Kanten, die mit der Hauptaxe nicht in derselben Ebene liegen, heissen Randkanten. Mehrere Randkanten schliessen sich den Krystall umringend an einander. Die in die Randkanten fallenden Ecken werden Randecken genannt. Wenn nur eine der Queraxen an beiden Enden in Ecken ausläuft, so nennt man diese Querscheitel. Bei manchen Krystallen schliessen sich an die Endpunkte gewisser Seiten- oder gewisser Gipfelkanten, zuweilen auch — wenn Seiten- und Gipfelkanten sich durchschneiden — an beide zugleich Ecken an, welche mehr in gleicher horizontaler Lage mit den Endpunkten der Axe sich befinden, während andere Ecken höhere oder niedrigere Standpunkte haben; jene heissen dann zum Unterschiede von diesen Seitenecken. Nebenkanten sind solche, welche Seitenecken und Querscheitel verbinden. Die Theile der Axen, welche eine bestimmte Fläche des Krystalls von ihnen abschneidet, oder gehörig verlängert abschneiden würde, heissen die Parameter der Fläche.

Die in der Natur vorkommenden Krystallgestalten lassen sich alle in eins der aufgestellten 6 Systeme einordnen, doch sind dieselben nicht immer in einer einfachen Form. Die einfachen Formen oder Grundformen nennt man homoëdrische oder pantoëdrische oder holoëdrische im Gegensatze zu den hemiëdrischen oder tetartoëdrischen. Die Grundformen erleiden nämlich bisweilen eine eigenthümliche Veränderung, indem entweder die halbe Anzahl ihrer Flächen oder wohl selbst der vierte Theil derselben so gross wird, dass die übrigen ganz aus der Begrenzung verschwinden. Die hierdurch entstehenden Formen heissen im ersten Falle hemiëdrische, im anderen tetartoëdrische.

Die Grundformen der 6 Systeme sind folgende:

I. 1. a. Reguläres Krystallisationssystem. 1) Das Octaëder oder der Achtflächner; 2) das Hexaëder oder der Sechsflächner oder Würfel; 3) das Dodecaëder oder der Zwölfflächner oder das Rhombendodecaëder, oder das Granatoëder (Weiss) oder das Tetragonaldodecaëder (Mohs); 4) das Ikositetraëder (Naumann) oder der Vierundzwanzigflächner oder das Leucitoid (Weiss) oder das zweikantige Tetragonalikositetraëder (Mohs); 5) das Triakisoktaëder (Naumann) oder der Dreimalachtflächner oder das Pyramidenoctaëder oder das octaëdrische Trigonalikositetraëder (Mohs) oder das Pyramidenachtflach; 6) das Tetrakishexaëder (Naumann) oder der Viermalsechsflächner oder der Pyramidenwürfel oder das hexaëdrische Trigonalikositetraëder (Mohs); 7) das Hexakisoctaëder (Naumann) oder

der Sechsmalachtflächner oder das Pyramidenrautenzwölfflach, oder das Tetrakontaoctaëder (Mohs) oder das Pyramidengranatoëder (Weiss).

Als hemiëdrische Formen gehören hierzu: 1) das Hemioctaëder oder Tetraëder oder der Halbachtflächner oder Vierflächner; 2) das Hemiikositetraëder oder Pyramidentetraëder oder Trigondodecaëder (Naumann) oder Trigonaldodecaëder (Mohs) oder der Halbvierundzwanzigflächner; 3) das Hemitriakisoctaëder oder Trapezoiddodecaëder (Weiss) oder Deltoiddodecaëder (Naumann) oder das zweikantige Tetragonaldodecaëder (Mohs) oder der Halbdreimalachtflächner; 4) das Hemihexakisoctaëder oder das gebrochene Pyramidentetraëder (Weiss) oder das Hexakistetraëder (Naumann) oder das tetraëdrische Trigonalikositetraëder (Mohs) oder der Halbsechsmalachtflächner; 5) das Hemitetrakishexaëder oder Pyritoëder (Weiss) oder Pentagondodecaëder (Naumann) oder das hexaëdrische Pentagonaldodecaëder (Mohs) oder der Halbviermalsechsflächner; 6) das Hemioctakishexaëder oder das gebrochene Pentagondodecaëder (Weiss) oder das Dyakisdodecaëder (Naumann) oder das dreikantige Tetragonalikositetraëder (Mohs) oder der Halbachtmalsechsflächner.

I. 1. b. Zwei- und einaxiges Krystallisationssystem. 1) Das Quadratoctaëder; 2) die gerade Endfläche; 3) das vierseitige Prisma Nr. 1; 4) das vierseitige Prisma Nr. 2; 5) das Dioctaëder oder der Zweimalachtflächner oder der Vierundvierkantner (Weiss) oder die ditetragonale Pyramide (Naumann) oder die ungleichschenkelige achtseitige Pyramide (Mohs); 6) das achtseitige Prisma. — Nr. 2, 3 und 4 kommen nie allein für sich vor.

Als hemiëdrische Formen gehören hierzu: 1) das Hemioctaëder oder Quadrattetraëder oder das tetragonale Sphenoid (Naumann) und 2) das Hemidioctaëder oder tetragonale Skalenoëder (Naumann).

I. 1. c. Ein- und einaxiges Krystallisationssystem. Das Rhombenoctaëder. Ausserdem gehören hierher das geschobene vierseitige Prisma und rhombische Flächen, die aber beide nur mit dem Rhombenoctaëder vorkommen.

Als hemiëdrische Formen treten Hemioctaeder oder Tetraeder untergeordnet und selten an homoëdrischen Formen auf.

I. 2. d. Zwei- und eingliederiges Krystallisationssystem. Das zwei- und eingliederige Octaëder. Ausserdem gehören auch noch dazu das geschobene vierseitige Prisma und besondere Flächenpaare, die jedoch nie für sich auftreten.

I. 2. e. Ein- und eingliederiges Krystallisationssystem. Das ein- und eingliederige Octaëder. Ausserdem gehören hierher, wie in den beiden vorhergehenden Systemen, nicht für sich auftretend verticale oder horizontale Prismen und Flächenpaare.

II. f. Drei- und einaxiges Krystallisationssystem. 1) Das Hexagondodecaëder (Rose) oder Dihexaëder (Weiss) oder die hexagonale Pyramide (Naumann) oder die gleichschenkelige sechsseitige Pyramide oder das Dirhomboëder (Mohs); 2) die gerade Endfläche als Abstumpfungsfläche der Scheitel; 3) das sechsseitige Prisma; 4) das Didodecaëder (Rose) oder der Sechs- und Sechskantner (Weiss) oder die dihexagonale Pyramide (Naumann) oder die ungleichschenkelige zwölfseitige Pyramide (Mohs); 5) das zwölfseitige oder sechsundsechskantige Prisma.

Als hemiëdrische Formen, die in diesem Systeme sehr häufig sind, gehören hierzu: 1) das Hemidodecaëder oder Rhomboëder; 2) das Hemididodecaëder oder der Drei- und Dreikantner (Weiss) oder das Skalenoëder (Naumann) oder der Halbzweimalzwölfflächner. Diese beiden homoëdrischen Formen sind parallelflächig; ausserdem kommen noch als geneigtflächig vor: 3) die trigonale Pyramide (Naumann) und 4) das hexagonale Trapezoëder (Naumann).

Die tetartoëdrischen Formen finden sich selten und sind hemiëdrische Formen der Hemididodecaëder. Die eine Form ist parallelflächig und bildet das gedrehte Rhomboëder; die andere ist geneigtflächig, nämlich das nur beim Quarz beobachtete trigonale Trapezoëder (Naumann).

B. Ausser in den einfachen Formen treten die Krystalle auch in zusammengesetzten auf. Der Unterschied besteht darin, dass eine einfache Form von lauter gleichnamigen, eine zusammengesetzte hingegen von ungleichnamigen Flächen begrenzt wird, z. B. jene nur von Dreiecken (Octaëder) oder Rhomben (Dodecaëder) etc., diese z. B. von Quadraten und Dreiecken oder Achtecken und Dreiecken etc. Denkt man sich an einer zusammengesetzten Form die gleichnamigen Flächen so vergrössert, dass alle übrigen dadurch aus der Begrenzung des Krystalls zum Verschwinden kommen, so bilden diese vergrösserten Flächen eine einfache Form. Eine zusammengesetzte Form lässt sich also als eine Combination aus so vielen einfachen Formen ansehen, als an derselben verschiedene Arten gleichnamiger Flächen auftreten. Hieraus erklärt sich auch, warum unter den einfachen Formen zum Theil solche mit aufgeführt sind, welche für sich allein den Raum

nicht begrenzen und nur in Combinationen vorkommen. Solche Flächen nennt man wohl auch zusammengehörige Flächen.

Bei den zusammengesetzten Formen bildet diejenige einfache Form, deren Flächen noch vorherrschen, die Grundform, die untergeordneten Flächen sind Abänderungsflächen. Diese Abänderungsflächen bilden an der Grundform entweder Abstumpfungen oder Zuschärfungen oder Zuspitzungen. Ist an der Stelle einer Kante der Grundform eine Fläche vorhanden, die mit beiden Flächen der früheren Kante parallele Kanten bildet, so nennt man (nach Werner) die Kante abgestumpft. Ist die Abstumpfungsfläche gegen beide Flächen der abgestumpften Kante gleich geneigt, so ist sie gerade; ist sie aber ungleich geneigt, so schief. Ebenso wie eine Kante, kann auch eine Ecke abgestumpft sein, und auch hier unterscheidet man gerade und schiefe Abstumpfungen. — Treten an die Stelle einer Kante zwei neue gleichförmige Flächen, so heisst die Kante zugeschärft. Statt der einen Kante der Grundform finden sich dann 3 Kanten, von denen die mittlere die Zuschärfungskante und die beiden Abänderungsflächen die Zuschärfungsflächen genannt werden. — Eine Ecke heisst zugeschärft, wenn statt derselben zwei Flächen auftreten; auch hier unterscheidet man gerade und schiefe Zuschärfung. — Tritt an die Stelle einer Ecke eine stumpfere, so nennt man sie zugespitzt. Die neue Ecke hat entweder ebensoviel, oder halb soviel oder noch einmal soviel Flächen als die ursprüngliche, und auch hier wird zwischen gerade oder schief aufgesetzten Zuschärfungsflächen unterschieden.

Sowohl bei einfachen als zusammengesetzten Krystallgestalten tritt oft der Fall ein, dass mehrere Flächen alle einer und derselben Linie parallel laufen, und wenn sie sich schneiden, Kanten bilden, welche ebenderselben Linie parallel laufen, oder sich auch nur berühren, oder sogar durch zwischenliegende Flächen ganz ausser Verbindung stehen. Diese Flächen liegen um die Linie herum, mit welcher sie parallel laufen, entweder einen zusammenhängenden oder unterbrochenen Gürtel bildend. Man nennt die zu einem solchen Gürtel gehörigen Flächen eine Zone, und die Linie, mit welcher der Parallelismus stattfindet, die Zonenaxe. Hat man die Flächen einer Zone ermittelt, so erleichtert man sich wesentlich die Bestimmung der Parameter.

C. Der hier eingeschlagene Weg, die verschiedenen Krystallgestalten zu classificiren und die zusammengesetzten Formen auf die einfachen zurückzuführen, ist nicht der einzig mögliche. Hauy, der Gründer der wissenschaftlichen Krystallographie, ging z. B. von dem von ihm aufgestellten Ebenmassgesetze aus: Alle identi-

schen Theile des Urparallelepipedums müssen beim Werden anderer Krystallgestalten zugleich und auf einerlei Weise dieselben Aenderungen erleiden. Dies Gesetz erwies sich indessen nicht ausreichend und daher musste noch das Gesetz der Krystallisationspolarität zu Hilfe genommen werden. Nach diesem verhalten sich gewisse Theile eines rechtwinkeligen Parallelepipedums, welche einander diametral entgegenstehen, in Hinsicht einer oder der anderen der möglichen Abänderungen, die sie erleiden können, als verschiedene, hingegen dieselben, einander diagonal gegenüberliegenden Theile als gleichartige; oder es ist auch umgekehrt, dass die diametral entgegenstehenden Theile ähnlicher Art gleiche, indessen die diagonal sich gegenüberliegenden verschiedene Abänderungen erleiden. S. auch Art. Plagiëdrisch.

D. Die individualisirende Gestaltung der Krystalle ist nicht blos äusserlich, sondern geht auch in das Innere. Sehr viele Krystalle lassen sich nämlich in Richtungen (Ebenen) einer oder der anderen ihrer äusseren Flächen parallel bis zu den dünnsten Blättchen spalten, haben also einen bestimmten Blätterdurchgang, ein regelmässiges Gefüge, während sie in anderen Richtungen unregelmässige Bruchflächen geben. Fossilien ohne bestimmte, regelmässig begrenzte Form, welche einen entschiedenen Blätterdurchgang zeigen, nennt man krystallinische blätterige Mineralien. — Bisweilen zeigt ein Krystall nicht nur mit einer, sondern mit allen seinen Flächen oder auch nur mit einigen derselben Blätterdurchgänge. Dann unterscheidet man Hauptdurchgänge, die deutlichsten, und Nebendurchgänge, die mehr zufälligen. — Durch künstliches Spalten nach den Durchgängen erhält man die Kernformen (s. d. Art.), von denen man die äusseren Gestalten, in welchen eine Substanz krystallisirt, ableitet.

Vollkommen symmetrisch gebildete Krystalle kommen in der Wirklichkeit höchst selten, vielleicht gar nicht vor; man kann daher die vorkommenden Formen nur in Gedanken auf die vollständig symmetrischen zurückführen. Um zur Entscheidung zu kommen, führen oft nur wiederholte Untersuchungen und Messungen, bei denen das Goniometer (s. d. Art.) zur Verwendung kommt, zum Ziele. Ein vollkommener Krystall vermag sich nur da zu bilden, wo freier Raum ist, oder wo eine leicht nachgebende Substanz die freie Ausbildung nicht hindert. Erstarrt im letzteren Falle das umgebende Mittel, so erhält man eingewachsene Krystalle. Zuweilen erscheinen die Kanten und Ecken eines Krystalls wie geschmolzen; durch solche Abstumpfungen entstehen dann sogenannte linsen-, kugel- und kegelför-

mige Krystalle. Findet der Krystall bei seiner Bildung nach einer Seite hin Widerstand, so erscheint er dann aufgewachsen. — Oft sind Krystalle durch das Neben- oder Aneinander- und Zusammengewachsensein zweier Krystalle entstanden, von denen der eine gerade die umgekehrte Lage des anderen hat, so dass die Verbindung beider das Ansehen gewinnt, als ob sie aus zwei Hälften eines und desselben Krystalls beständen, welche in umgekehrter Lage an einander gefügt sind. Man nennt solche Krystalle hemitropische oder Hemitropien. Andererseits finden sich Doppelkrystalle, bei denen ein Krystall den andern zu durchdringen scheint und wobei Kanten oder Ecken eines jeden derselben aus den Flächen des andern hervorragen. Beide Krystalle sind von derselben Form und Grösse, so dass der eine mit dem andern bei der Betrachtung vertauscht werden kann. Diese Doppelkrystalle werden Zwillinge genannt, oder als Durchwachsungen bezeichnet. Kommen geregelte Aneinanderfügungen von mehr als zwei Krystallen einer Varietät vor, so erhält man Drillinge, Vierlinge etc.

Erfahren die Krystalle bei ihrer Bildung Störungen, so erleiden sie demgemäss vielfache Modificationen in ihrem Gefüge sowohl, als in ihrer äusseren Gestalt. Dasselbe ist der Fall in Bezug auf das Gefüge krystallinischer Massen. Aus geradblätterigem Gefüge wird so krummblätteriges, aus grossblätterigem kleinblätteriges, körniges, schuppiges, schaumiges. Sind Krystalle überwiegend nach einer Richtung ausgedehnt, so entstehen haarförmige und nadelförmige Gestalten. Krystallinische Massen erscheinen strahlig, faserig, gestrickt etc. Die Oberfläche der Krystalle ist in der Regel glatt und eben; durch Störungen bei der Bildung können sie aber auch gestreift, drusig, uneben werden.

Wegen anderer Modificationen vergl. Art. Pseudomorphose und Pseudokrystall. Wegen der Abweichungen von der Regel, dass alle Krystalle desselben Stoffs von einer gemeinschaftlichen Grundform abgeleitet werden können, vergl. Art. Dimorph, trimorph; desgl. Art. Isomorph.

Krystalllinse, s. Art. Auge.

Krystallsystem, die Zusammenstellung der Krystallformen in Gruppen, welche Formen enthalten, deren Axen sich in Zahl, Lage und gegenseitiger Grösse gleich verhalten. S. Art. Krystallographie.

Krystallwasser ist eine Quantität Wasser, welche manche Substanzen, z. B. Glaubersalz, kohlensaures Natron etc., beim Krystallisiren chemisch aus der flüssigen Lösung in sich aufnehmen. Nicht zu verwechseln mit Zerknisterungswasser oder Decrepitationswasser (s. Art. Decrepitiren).

Kuchen des Electrophor, der gewöhnlich aus einer Harzmasse bestehende nichtleitende Theil des Electrophor. S. Art. Electrophor.

Kühlapparat, eine Vorrichtung zur Condensation von Dämpfen durch Abkühlung. Für kleinere Arbeiten nimmt man eine 1 bis $1^1/_2$ Fuss lange Glasröhre von etwa einem Zoll Weite, steckt in dieselbe mitten hindurch eine zweite etwa $^1/_4$ Zoll weite Röhre, die beiderseits herausragt und durch gut schliessende Korkpfropfen in der ersteren befestigt ist. Durch den einen Schlusspfropfen geht noch eine zweite Röhre von etwa 1 Linie Weite, unter einem spitzen Winkel umgebogen, in einem kleinen Trichter endigend und durch den Kork nur eben hindurch gehend. Durch den andern Schlusspfropfen ist ebenso eine zweimal rechtwinkelig gebogene Röhre gesteckt, so dass ihre Mündung vertical abwärts gerichtet ist, wenn die Röhre mit dem Trichterschenkel vertical aufwärts steht, während die Hauptröhre eine etwas geneigte Lage erhält, so dass das mit dem Trichter versehene Ende das tiefere ist. Das obere Ende der durch die weite Röhre hindurchgehenden Röhre setzt man mit dem Retortenhalse in Verbindung und durch den Trichter giesst man kaltes Wasser ein. Da durch die zweimal gebogene Röhre das erwärmte Wasser abfliesst, so kann man fortwährend durch Nachgiessen für gehörig kaltes Wasser sorgen.

Kühlen bedeutet ein langsames Kaltwerden. S. Art. Flasche, bologneser.

Kühlfass, ein Kühlapparat (s. d. Art.) bei grösseren Condensirungsoperationen, z. B. beim Destilliren (s. Art. Destillation).

Kühlte, ein Wind von gewisser Geschwindigkeit; vergl. Art. Brise.

Küstenklima, s. Art. Inselklima.

Küstenstrom, s. Art. Meeresstrom und Humboldtstrom.

Küstenwind heisst der an den Küsten namentlich wärmerer Gegenden bei Tage von dem Meere her und während der Nacht von dem Lande nach dem Meere hin wehende Wind. Der Uebergang des einen Windes in den anderen ist durch eine Windstille vermittelt. Die Ursache liegt in der bei Tage stärkeren Erwärmung des Landes im Vergleich zu der des Wassers und der eben daraus folgenden stärkeren Abkühlung des Landes während der Nacht, so dass jedesmal die dichtere Luft über dem minder warmen Theile in die dünnere über dem wärmeren strömt.

Kugelspiegel heisst ein Spiegel, dessen spiegelnde Fläche ein convexer oder concaver Theil einer Kugelfläche ist. Vergl. Art. Spiegel.

Kugelventil, das, wird von freien, die Ventilöffnung schliessenden Kugeln gebildet. S. Art. Ventil.

Kumpf heisst ein Getriebe (s. d. Art.), wenn dasselbe von einer massiven Walze gebildet wird, in welcher eingeschnittene Furchen oder vorstehende Rippen die Zähne vertreten. Vergl. Art. Räderwerk. A.

Kupferbeschlag der Schiffe durch angelöthete Zinkplatten zu schützen, ist eine Erfindung Davy's, die sich darauf gründet, dass

Kupfer und Zink in Berührung electrisch werden und nun das positiv werdende Zink durch Zersetzung des Wassers oxydirt wird, aber nicht das negativ werdende Kupfer. Es reicht $^1/_{150}$ der Oberfläche nach vom Zink aus, um eine Kupferfläche zu schützen. Dessenungeachtet hat dies Schutzmittel sich nicht praktisch erwiesen, weil, wenn das Kupfer nicht angefressen wird, eine Menge von Schaalthieren sich an die darauf niedergeschlagenen erdigen Massen hängt.

Kupolofen heisst ein zum Umschmelzen des Roheisens für den Giesserei-Betrieb bestimmter Schachtofen (s. d. Art.)

Kurbel heisst ein knieförmig gebogener Ansatz an einer Welle, an welchem die bewegende Kraft wirkt. S. Art. Rad an der Welle.

Kurbelhaspel oder Hornhaspel ist ein Haspel (s. d. Art.) mit einer Kurbel.

Kurzsichtig heisst ein Auge, bei welchem die Entfernung des deutlichen Sehens (s. Art. Sehen) weniger als 8 Zoll beträgt. Bei solchen Augen ist die Accommodation unvollständig, die Lichtstrahlen entfernterer Gegenstände vereinigen sich vor der Netzhaut und es wird daher eine concave Brille nöthig, um in solchen Fällen ein deutliches Sehen zu ermöglichen. S. Art. Brillen.

Kyanisiren heisst ein von dem Engländer Kyan angegebenes Verfahren, Holz mit Quecksilberchloridlösung zu tränken, um es gegen die Einwirkung der Feuchtigkeit und Fäulniss erregenden Agentien zu schützen.

Kyanometer, s. Art. Cyanometer. Auch Biot's Colorigrade (s. d. Art.) gehört zu diesen Instrumenten.

Druck von Otto Wigand in Leipzig.

Bei **Otto Wigand** in Leipzig erscheint:

RITTER'S
geographisch-statistisches
Lexikon

über die

Erdtheile, Länder, Meere, Buchten, Häfen, Seen, Flüsse, Inseln, Gebirge, Staaten, Städte, Flecken, Dörfer, Weiler, Bäder, Bergwerke, Kanäle etc.

Für

Post-Bureaux, Comptoirs, Kaufleute, Fabrikanten, Zeitungsleser, Reisende, Real-, Industrie- und Handelsschulen.

Fünfte,

gänzlich umgearbeitete, stark vermehrte und verbesserte Auflage.

Unter Redaction

von

A. Stark.

gr. 4. 1864. In 15—16 Lieferungen à 15 Ngr.

Prospect

über

Physikalisches Handwörterbuch.

Hilfsbuch

für Jedermann bei physikalischen Fragen.

Bearbeitet

von

August Hugo Emsmann,

Dr. phil. und Professor.

Mit den nöthigsten Illustrationen.

gr. 8. 6—7 Lieferungen zu 12 Bogen à 24 Ngr.

Die Naturwissenschaften sind in unserer Zeit als eine Hauptmacht anerkannt. Da sich Niemand dem Einflusse dieser Macht entziehen kann, so muss es sich auch Jedermann angelegen sein lassen, sich mit derselben vertraut zu machen. Sofern dies für das Gebiet der Physik gilt, glaubt die unterzeichnete Verlagshandlung kein besseres Werk, als das „Physikalische Handwörterbuch" empfehlen zu können.

Die deutsche Literatur besitzt zwar grosse physikalische Wörterbücher; diese sind aber ihrer ganzen Anlage nach mehr für den Fachmann berechnet und überdies ihres bedeutenden Preises wegen fast nur in den Bibliotheken von Anstalten zu finden, welche über grössere Mittel verfügen können. In den meisten Fällen stellt sich, da die grösseren Werke nicht immer zugänglich sind, die Nothwendigkeit heraus, zu ausführlichen Lehrbüchern die Zuflucht zu nehmen, und da begegnet es oft, den gesuchten Aufschluss dennoch entweder gar nicht zu finden, oder nicht in dem gewünschten Umfange, oder wegen der Verbindung mit dem Abschnitte, zu welchem das Gesuchte gehört, nicht in der gewünschten Abrundung. Klagen letzterer Art hört man besonders häufig von Laien, die aber doch so viel Interesse

haben, dass sie vorkommenden Falls möglichst schnell einen kurzen charakteristischen Aufschluss erhalten möchten.

Der Herr Verfasser, welcher als Mitarbeiter an der in meinem Verlage erschienenen zweiten Auflage des grossen physikalischen Lexicon von Marbach und Cornelius sich als mit dem Gegenstand vollständig vertraut erwiesen hat, und der sich auch durch seine anderweitigen physikalischen Schriften, z. B. durch seine Elemente der Physik, namentlich durch seine physikalische Vorschule und seine physikalischen Aufgaben eines anerkannten Rufes erfreut, hat durch die Bearbeitung dieses physikalischen Handwörterbuchs dem angegebenen Bedürfniss in jeder Beziehung Abhilfe verschafft. Die lexikographische Anordnung erleichtert das Nachschlagen, die Vollständigkeit wird nichts zu wünschen übrig lassen, und die einzelnen Artikel sind in einer Weise behandelt, dass in möglichster Kürze der betreffende Gegenstand erschöpft wird, ohne dass dabei Voraussetzungen gemacht sind, die im Grossen und Ganzen nicht erfüllbar sein dürften. Letzteres betrifft namentlich die mathematische Behandlung, die wo sie nicht umgangen werden konnte — auf das Maass beschränkt ist, welches in den gewöhnlichen Lehrbüchern als Grenze gesetzt zu werden pflegt.

Ich bin überzeugt, dass ich durch Herausgabe dieses Werkes Jedermann, der auf Bildung Anspruch macht, einen Dienst erweise. Militärs, Cameralisten, Fabrikherren, Techniker jeder Art etc. werden in dem Werke bald einen treuen Berather schätzen lernen: kurz Jedermann, der sich nur irgend für physikalische Phänomene interessirt, wird den Aufschluss finden, den er wünscht, und selbst Lehrern der Physik wird das Werk willkommen sein, da ihnen nicht immer ein grösseres zu Gebote steht.

Das Werk, dessen Manuscript — da der Herr Verfasser die zusammengehörigen Artikel gleichzeitig bearbeitet hat, um sie in einen organischen Zusammenhang zu bringen, und dann erst zur lexikographischen Anordnung geschritten ist — uns vollständig vorliegt, wird schnell seiner Beendigung entgegen gehen. Um die Anschaffung zu erleichtern, lasse ich dasselbe in Lieferungen erscheinen, die zwei Bände bilden werden. Jede Lief. von 12 Bogen kostet 24 Ngr. In 6—7 Lieferungen wird dieses neue populäre physikalische Handwörterbuch im Laufe des Jahres 1865 vollständig.

●

Druck von Otto Wigand in Leipzig.

